

2021 NIAN
SHUILI KEJI CHENG GUO GONGBAO

2021 年 水利科技成果公报

水利部国际合作与科技司 编
水利部科技推广中心

前言

《2021 年水利科技成果公报》收录了水利科技项目成果共计 112 项，其中，国家级和部级科技项目成果 48 项，其他科技成果 64 项。成果涵盖了水旱灾害防御、水文水资源、水环境与水生态、水利工程建设与运行、农村水利、河湖治理、水土保持、水利信息化等领域。成果已在生产实践中得到广泛应用，取得了明显的经济、社会及环境效益，促进了水利科学技术水平的提高，为水利高质量发展提供了有力的科技支撑。



目 录

前言

水旱灾害防御

1. 大湾区高密度城市暴雨洪涝系统防治关键技术与装备..... 2
2. 降雨诱发的中小流域洪水与滑坡预报预警关键技术及平台应用..... 3
3. 农业应急抗旱供水优化决策技术..... 4
4. 重大水利工程大坝深水检测及突发事件监测预警与应急处置..... 5
5. 城市洪涝模拟与智能决策平台关键技术..... 6
6. 流域防洪工程系统智能调度关键技术及应用..... 7
7. 汶川震区山洪灾害风险评估与预警模型构建关键技术..... 8
8. 水库群三维推演防洪决策关键技术与应用..... 9

水文水资源

1. 国家水资源动态评价关键技术与应用 12
2. 国家水资源立体监测体系与遥感技术应用 13
3. “水-能源-粮食”协同安全保障关键技术 14
4. 京津冀水资源安全保障技术研发集成与示范应用 15
5. 雄安新区多水源联合调配与地下水保护 16
6. 江河湖库水文要素在线监测技术与装备 17
7. 外调水和当地水的对冲平衡机制及其应用 18
8. 取用水户计量与监测试点关键技术应用与示范 19
9. 调水输入影响下湖泊流域水资源多尺度演变与安全调控关键技术 20

水环境与水生态

1. 河湖生态岸坡及滨水带综合治理关键技术 22
2. 鄱阳湖五河及湖区生态水利特征因子响应机制 23
3. 太湖流域水量水质一体化预警决策关键技术及应用 24
4. 快速渗滤和湿地综合管理生态强化治理技术 25

5. 生态清洁小流域河（沟）道近自然修复技术研究与应用	26
6. 西南石漠化地区路池生态集雨系统技术	27
7. 半干旱区水文循环与生态安全理论与实践	28
8. 三峡水库水生态环境演化机制及其安全保障研究	29
9. 重大水利工程湿地生态保护关键技术研究与应用	30
10. 河流生态系统健康评价关键技术及其应用	31
11. 湖库富营养化水体移动式水质净化系统开发与应用	32
12. 水利工程对流域生态环境的影响机理与优化调控模式研究	33
13. 河流连续体多维生态系统修复关键技术研究及应用	34
14. 促进重要鱼类自然繁殖的长江上游梯级水库生态调度研究与应用	35
15. 长三角河湖水源地水质安全保障理论技术及应用	36
16. 引江济淮工程渣土制作生态砖技术	37
17. 茅洲河水环境治理关键技术研究与应用	38
18. 基于相位型表面等离子体共振传感技术的微囊藻毒素检测仪研发及应用	39
19. 基于暗视场成像与图像识别技术的藻细胞检测仪研发及应用	40
20. 基于液态发光菌关键技术的水质综合毒性检测仪研发及应用	41

水利工程建设与运行

1. 复杂条件下特高土石坝建设与长期安全保障关键技术	44
2. 300m 级特高坝抗震安全评价与控制关键技术	45
3. 长江上游梯级水库群多目标联合调度技术	46
4. 高寒区长距离供水工程能力提升与安全保障技术	47
5. 水利工程环境安全保障及泄洪消能技术研究	48
6. 水利工程环境流量配置与保障关键技术研究	49
7. 超长顶管施工输水岩石隧洞关键技术及应用	50
8. 生态友好型水润滑滑动轴承研发与应用	51
9. 白鹤滩水电站工程混凝土智能温控关键技术与装备	52
10. 超高水头船闸（40m 级）输水关键技术研究与应用	53
11. 长三角核心区骨干引排新沟河工程建设关键技术及应用	54
12. 平原河道深厚透水砂层基坑组合渗控关键技术研究与应用	55
13. 长距离输水隧洞复杂渗流特性与渗控技术	56
14. 长距离明渠调水工程多目标水力调控关键技术及应用	57
15. 郁江干流喀斯特地貌邕宁水利枢纽建设关键技术研究与应用	58
16. 河槽型水库库区浸没评价与控制关键技术	59
17. 复杂条件隧洞不良地质体弹性波超前探测关键技术与装备	60
18. 复杂环境下多场多尺度土工测试技术创新及实践	61
19. 整体式合页活动闸	62
20. 内置钢板锚固型气盾坝	63
21. 水工混凝土高耐候防护修复材料与成套技术	64
22. 高拱坝施工期风险精准控制和生态流量保障技术与实践	65

23. 复杂软基超深振冲碎石桩处理关键技术研究及应用	66
24. 红旗渠安全评价关键技术与实践	67
25. 大型压力钢管智能化施工技术及应用	68

农村水利

1. 东北粮食主产区高效节水灌溉技术与集成应用	70
2. 城郊高效安全节水灌溉技术集成与典型示范	71
3. 现代灌区用水调控技术与应用	72
4. 灌区需(耗)水信息时空诊断与预测技术	73
5. 多尺度水盐诊断与预测技术及方法	74
6. 田间节水减排关键技术与产品	75
7. 灌区生态型控盐排水及再利用技术与模式	76
8. 节水减排控盐技术集成与示范	77
9. 肥料-水源-装备适配技术及调控装备	78
10. 节水减排控盐协同理论与调控机制	79
11. 蒸散发监测布设方法与数据采集标准化	80
12. 江淮丘陵区水稻节水减排技术推广示范	81
13. 再生水滴灌抗堵塞及高效安全利用关键技术	82
14. 基于耗水精准识别的农业灌溉“取水+耗水”双控管理技术与应用	83
15. 灌区用水多过程耦合调控理论与方法	84
16. 南方镉污染稻田土壤生态水利修复关键技术及应用	85
17. 灌区用水管理模拟调控技术	86
18. 灌区用水量测与调控技术及设备	87

河湖治理

1. 黄河流域水沙变化机理与趋势预测	90
2. 长江泥沙调控及干流河道演变与治理技术研究	91
3. 洞庭湖与鄱阳湖多目标调控关键技术	92
4. 水库和湖泊淤积控制与功能恢复	93
5. 黑龙江复杂河道演变与综合治理	94
6. 河流水污染突发事件应急处置集成技术示范	95
7. 黄河流域水沙产输机理与调控关键技术	96
8. 基于水沙-典型污染物作用机制的河湖治理技术及应用	97
9. 多沙河流域干支流互灌机制与消减支流无效库容技术	98
10. 城市河湖砂性底泥一体化处置及分级资源化利用研究与应用	99
11. 河道淤泥充填管状土袋施工技术	100

水土保持

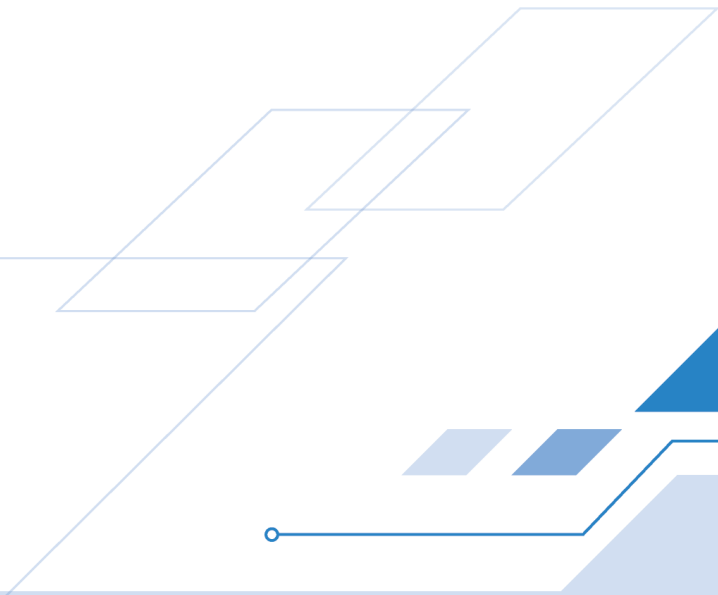
1. 崩岗侵蚀发育机理与风险防控关键技术..... 102
2. 三峡库区坡耕地水土流失调控与水资源高效利用技术集成与示范..... 103
3. 黄土高原小流域水土保持与水资源高效利用技术示范..... 104
4. 西藏高寒地区水土保持无人机综合监测技术..... 105
5. 黄土丘陵沟壑区淤地坝控制区地空激光扫描测量技术应用示范..... 106
6. 黄土高原植被梯田变化对流域产沙的驱动机制与效应..... 107

水利信息化

1. 基于物联网的智能灌溉施肥控制方法及系统推广示范..... 110
2. 城镇长距离供水工程多目标智能感控系统示范..... 111
3. 大藤峡水利枢纽工程建设智慧监管系统开发与应用..... 112
4. 珠江口海域实时水位解算方法研究..... 113
5. 投入式超声波流量监测系统研发及应用..... 114
6. 面向小型水库安全运行的“水库管家”新方法、新技术及其应用..... 115
7. 基于关系-非关系-空间数据库-磁光电存储的数字水文平台关键技术与实现..... 116
8. 多参数高精度智能化水文仪器检定平台研发及应用..... 117
9. 水利工程勘测设计三维协同技术..... 118
10. 水利水电工程三维地质勘察系统..... 119
11. 基础设施工程数字孪生平台及全生命周期应用..... 120
12. 水下地形河势分析及预警系统..... 121

其他

1. 水利技术标准绩效评估研究..... 124
2. 甘肃省水安全保障规划..... 125
3. 河湖公园创建关键技术及其应用..... 126



水旱災害防御



1

大湾区高密度城市暴雨洪涝系统防治关键技术与装备

成果名称：大湾区高密度城市暴雨洪涝系统防治关键技术与装备

任务来源：集成成果

计划编号：

项目组围绕粤港澳大湾区独特的地形地貌、高度城镇化和城市内涝防治标准大幅提升三大主要特征，从理论、技术和装备三个层次，开展了大湾区高密度城市暴雨洪涝系统防治关键技术与装备研究。

该成果主要创新点如下：

1. 创新了高密度城市暴雨洪涝治理理论，提出了“统一目标、统一规划、多维共治、系统达标”的城市洪涝治理规划设计的新方法，有效解决了高密度城市用地紧张背景下系统提升洪涝防治标准的难题。

2. 揭示了大湾区高度城镇化背景下洪涝加剧机理，量化了不同量级降雨条件下高度城镇化的洪涝效应，揭示了下垫面变化引起的产汇流变化是大湾区城市洪涝加剧的主要因素。

3. 开发了复杂下垫面条件下城市洪涝水文水动力耦合模型，有效提高了城市洪涝模型建模效率、计算精度和速度。

4. 研发了国产化、智能化、微型化的城市洪涝监测成套设备，提出了城市洪涝多因子数据挖掘模型与水文水动力模型相结合的集合预报模式，首次以高德地图为平台，实现了“实时响应、精准定位、风险分级”的城市洪涝风险精准靶向预警。

研究成果在高密度城市洪涝治理理论上重大创新，在大湾区城市洪涝机理研究上有重大突破，在城市化地区洪涝靶向预警方面具有重大应用，为国务院批复的《粤港澳大湾区水安全保障规划》提供了重要支撑，并在澳门、广州、深圳等 10 座城市洪涝治理规划和防御工作中得到成功应用，取得了显著的社会经济效益，推广应用前景广阔。

主要完成单位：珠江水利委员会珠江水利科学研究院、北京师范大学、华南理工大学、华为技术有限公司、广东华南水电高新技术开发有限公司、广州市市政工程设计研究总院有限公司、中山大学

主要完成人员：陈文龙、徐宗学、胡晓张、宋利祥、黄国如、陈军强、杨跃、刘培、张大伟、张鹏、林凯荣、王行汉、毛文博、李文涛、何颖清

单位地址：广州市天河区天寿路 80 号

联系电话：020-87117113

联系人：陈文龙

电子信箱：48708209@qq.com

成果名称：降雨诱发的中小流域洪水与滑坡预报预警关键技术及平台应用

任务来源：集成成果

计划编号：

项目针对不同水文气象分区中小流域洪水及伴生滑坡灾害预报预警的难点问题，开展产汇流规律及坡面稳定性理论、多时空尺度降雨预报、洪水与滑坡耦合网格化精细模型、动态灾害风险分析、决策支持云平台研发等研究。技术路线合理，研究方法先进，成果原创性突出，为我国中小流域洪水与滑坡灾害预报预警提供了重要的技术支撑。

该成果主要创新点如下：

1. 提出了中小流域水文响应单元主导的蓄超产流时空动态组合模式，建立了网格分层的土壤下渗过程与极限边坡稳定性的耦合计算方法，发展完善了中小流域产流与坡面稳定性模拟技术，实现了流域内群发滑坡模拟，支撑了中小流域洪水及伴生滑坡灾害预报预警。

2. 研发了基于决策树分类与混合地理加权回归的高时空分辨率实况雨量分布技术，建立了基于金字塔架构的平流风场构建方法和雷达智能外推临近预报技术，构建了动态权重自适应的短中期精细化雨量场最优集成技术，实现了短临和中期无缝隙精细化网格降水预报。

3. 提出了综合多种因素的产汇流模块网格化自适应配置方法，建立了基于静态下垫面特征与动态气象因子的模型参数的确定方法，创建了洪水与滑坡变尺度网格嵌套模型及风险概率计算方法，支撑了洪水与滑坡灾害的风险预警。

4. 集成了模型自适应重新配置和并行化技术、集合预报优选方法、三维快速推演和情景再现方法，构建了基于微服务的洪水与滑坡风险实时预报预警平台，实现了洪水与滑坡灾害的多过程动态分析与交互式推演等功能。

项目成果成功应用于中央气象台水文气象综合分析和会商支撑系统，并在四川、重庆、安徽、湖北、广西、云南、陕西、福建等地的部分中小流域洪水防御与滑坡预警中得到了应用，为地方政府成功组织避险提供了技术支撑。

综上，该成果在中小流域洪水与滑坡预报预警关键技术方面提出了创新性的成果，在多个流域和地区取得显著的经济和社会效益，推广应用前景广阔。

主要完成单位：河海大学、国家气象中心、安徽省水文局、中国水利水电科学研究院

主要完成人员：张珂、朱跃龙、包红军、姚成、张恒德、李致家、胡余忠、余宇峰、曹勇、翟晓燕、李青、王莉莉、晁丽君、王晟、黄迎春

单位地址：江苏省南京市鼓楼区西康路1号

联系电话：025-83772092

联系人：张珂

电子信箱：kzhang@hhu.edu.cn

3

农业应急抗旱供水优化决策技术

成果名称：农业应急抗旱供水优化决策技术

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2018YFC1508705

该研究根据国家重点研发计划课题“基于国家粮食安全保障需求的农业应急抗旱供水关键技术及设备”的要求，以不同旱情特征为背景，结合作物生长特性与作物需水对旱情的响应，识别不同旱情下灌区的受旱敏感性，确定灌区的供水优先序，提出基于作物需水对不同旱情响应的农业应急抗旱供水优先序，并根据多因素条件合理配置应急供水资源，形成农业应急抗旱供水管理决策模式。

该成果主要创新点如下：

1. 基于灌区渠系分布、种植面积等空间分布，划分了供水响应单元，考虑在社会、经济、自然等因素的条件下，创新了针对灌区供水响应单元的供水优先序评价体系。
2. 在考虑作物产量、水分利用效率、经济效益的基础上，创新引入了 APSIM 作物模型、水分生产函数以及土壤水盐平衡，提出了不同作物在不同时间的供水优先方案。
3. 耦合了 EPIC 作物模型、土壤水盐运移模型和优化方法，考虑决策者决策态度构建了优化配水模型，发展了模糊相关机会约束规划方法，得到了基于作物多过程、多阶段的保证粮食安全的灌区水资源优化配置策略。

项目提出的农业供水优先序评价体系和应急抗旱供水优化模型具有原创性。成果在内蒙古河套灌区永济灌域得到了应用，为灌区农业应急抗旱供水提供决策支持。

该研究围绕应急抗旱条件下农业供水响应单元优先序和作物优先序构建了农业应急抗旱供水优化方法，并在内蒙古河套灌区及其各分灌域（乌兰布和灌域、解放闸灌域、永济灌域、义长灌域、乌拉特灌域）开展实例应用，能够为灌区农业应急抗旱供水提供切实的决策支持。同时，所构建灌区供水优先序评价方法和应急抗旱供水优化技术可推广至其他区域，致力于提高农业应急抗旱管理效率。

主要完成单位：中国农业大学

主要完成人员：郭萍、王素芬、谢恩、张效星、罗彪、刘秀霞、龚娟、赵敏、蒋钱正、黄晨、张庆辉、唐毅宽

单位地址：北京清华东路 17 号中国农业大学东区

联系电话：18710025234

电子信箱：guop@cau.edu.cn

联系人：郭萍

成果名称：重大水利工程大坝深水检测及突发事件监测预警与应急处置

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2016YFC0401600

项目从基础与应用基础、应用技术研发、集成示范与推广三个层面进行全链条设计，开展了基础理论研究，形成了系列关键技术，突破了 100m 级深水环境大坝安全检测技术瓶颈，攻克了极端条件下大坝溃决早期预警与应急处置技术难题。

该项目取得创新成果如下：

1. 基础研究方面，提出了非常规条件下大坝结构性态分析理论方法，建立了多源信息融合诊断方法、灾变环境与人因耦合的溃坝事故控制方法、极端条件下大坝溃坝风险预警与调控方法等极端条件下大坝安全诊断与风险控制理论与方法；建立了基于洪水淹没致灾后果仿真与应急决策系统动力学方法、突发事件应急处置效果评价指标与评估方法等大坝失事早期预警标准与应急响应机制及处置效果评估方法。

2. 关键技术与设备研发方面，研发了大坝陡斜坡坝面爬行和垂直坝面非接触吸附渗漏检测机器人平台，填补了高坝深水微渗漏声呐探测设备空白；自主研发了大坝深水检测载人潜水器“禹龙号”成套技术装备，实现了高坝大库载人深水检测装备从 0 到 1 的突破；研发了深水大粒径清淤装备，以及集水下检查、清理淤积、疏通封堵等功能的水下机器人达诺 1 号成套装备和大坝深孔门前清淤（污）成套技术；研发了混凝土坝裂缝高分辨率监测技术和渗漏观测系统；研发了水-陆-空立体联合和机械化抢险成套技术、坝顶溢流应急护面和下泄洪水通道快速筑岸技术装备。

3. 材料与施工工艺研发方面，研发了堵口专用的人造石新材料和工艺设备，研发了水下快速堵漏、水下裂缝修复、水下接缝失效修复、水下混凝土表层修补、水下金属结构表面涂装等新材料及施工工艺；研发了不同坝型渗漏水下应急修复、泄洪建筑物应急封堵、泄洪建筑物损毁应急修复等新材料及施工工艺。

4. 系统与平台研发方面，研发了大坝安全监测数据管理及分析云服务平台；基于洪水淹没致灾后果仿真与应急决策系统动力学模型，研发了应急决策支持平台；研发了流速矢量可视化平台和基于 ROV 水下高清示踪系统；研发了基于情景模拟的水库大坝应急监测预警系统。

项目成果在溪洛渡水电站、乌东德水电站、大藤峡水利枢纽等 40 多个国内外重大水利工程中应用，全面保障了高坝大库安全运行，经济、社会、生态效益显著，推广应用前景广阔。

主要完成单位：水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、河海大学、长江水利委员会长江科学院、长江勘测规划设计研究有限责任公司、中国船舶科学研究中心、中国水利水电科学研究院、中国长江三峡集团公司、大连理工大学等

主要完成人员：蔡跃波、向衍、顾冲时、李端有、谭界雄、王磊、杜振坤、王义锋、李俊杰、孙志恒、汤雷、蔡伟、孟颖等

单位地址：南京市鼓楼区广州路 223 号

联系电话：025-85828813

联系人：孟颖

电子信箱：ymeng@nhri.cn

5

城市洪涝模拟与智能决策平台关键技术

成果名称：城市洪涝模拟与智能决策平台关键技术

任务来源：集成成果

计划编号：

项目围绕具有物理机制的城市洪涝全过程精细化模拟模型、面向多目标的城市洪涝多尺度嵌套技术、面向城市精细化洪涝模型的海量建模数据标准化处理技术、基于人工智能的降雨时空分布特征识别及风暴潮智能预测技术、数值模拟和 AI 技术相结合的城市内涝快速预测、构建多情景城市洪涝预警调度及应急决策智能实时分析三维仿真系统等开展了研究，在北京、深圳实现了业务化运行。

该成果主要创新点如下：

1. 研发了具有自主知识产权的城市复杂下垫面和工程调度精细化洪涝全过程模拟模型，实现了城市降雨产流-坡面汇流-管网汇流-河网汇流-水体调蓄-防洪排涝工程调度全过程耦合计算，有效解决了国际上现有商业软件模型在复杂构筑物、雨算子物理交换等方面普遍存在的过度概化导致的与实际排水运动过程不符、局部计算结果失真的问题。

2. 提出了面向多目标的城市洪涝多尺度嵌套建模技术，研发了河道模型、管网模型和地表网格、雨算子/检查井汇水区、排水分区、小流域等不同概化尺度的耦合和组合技术，基于多终端智能适配的功能组织模式、服务耦合的多维数据组织技术、内涝风险案例库的应急决策智能分析、多尺度嵌套模型系统集成等技术，构建了多情景城市洪涝预警调度智能实时分析三维仿真系统。

3. 创新性地将 AI 技术引入样本数据的分析挖掘，提出了利用高维数组对场次降雨进行描述并有效识别和提取降雨时空分布特征的方法以及基于多变量 LSTM 神经网络技术的风暴潮预测方法，实现了城市内涝积水的快速预测预警。

成果已应用于北京、深圳等城市，为当地防洪排涝能力评估、积水原因分析、工程措施评估、洪涝灾害分析、规划设计和预警预报、防洪排涝调度决策等提供了重要的科技支撑，取得了显著的经济和社会效益，推广前景广阔。

综上，该成果在理论研究、技术研发、示范应用等方面原创性突出，推动了相关学科的技术进步。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、深圳市广汇源环境水务有限公司、深圳市水务局

主要完成人员：向立云、刘云华、刘凤茹、臧文斌、李敏、韩刚、郜银梁、刘业森、李匡、梅双纬、冯蒙蒙、胡凯、刘媛媛、刘训平、郑敬伟等

单位地址：北京市海淀区玉渊潭南路 3 号 联系电话：010-68781335

水科院大厦 D 座

电子信箱：fcds2001@iwhr.com

联系人：刘舒

6

流域防洪工程系统智能调度关键技术及应用

成果名称：流域防洪工程系统智能调度关键技术及应用

任务来源：集成成果

计划编号：

流域防洪调度是我国流域水安全最核心和最关键的问题。成果围绕洪水预报精度提升与后续来水智能展延、实时洪水调度模型的智能适应与时效提升、实时调度风险智能诊断和统筹调控，以及兼具灵活性和智能度的预报调度系统研发等流域防洪工程系统智能调度关键技术体系，开展了研究，具有高度的复杂性和研究难度，技术路线合理，成果有重要的价值和意义。

该成果主要创新点如下：

1. 首次提出了基于模式识别和动态数据挖掘的洪水预报精度智能提升和后续来水智能展延方法，提高了洪水预报模型的时空适应性和多节点整体预报精度，以及洪水全貌的预估能力。
2. 创建了智能适应实时水、雨、工情动态变化的流域防洪“等效联合调度模型”与耦合知识模型和数学模拟模型的求解方法，解决了复杂流域防洪工程联合调度维数高、决策环境动态变化的难题，提升了实时科学决策的效率。
3. 构建了实时防洪联合调度风险的动态评估、智能诊断和统筹调控方法体系，实现了防洪联合调度实时预报信息不完备且决策环境动态变化下关键节点的智能辨识和风险的统筹调控。
4. 研发了开放式、多源信息融合及系统自适应动态智能调度的系统平台，解决了流域防洪工程系统联合调度情景多变、交互需求强的难点，提升了群决策会商的聚焦度和综合支持能力。

该成果已在我国淮河、太湖等多个流域得到了实际应用，产生了突出的社会、经济和生态效益，为保障流域防洪安全、经济安全和社会稳定作出了重要贡献。

综上，成果在理论研究、技术研发、示范应用等方面原创性突出，研究方法先进，创新程度高，研究难度大，应用效果好，推广前景广阔，推动了防洪减灾领域的技术发展。

主要完成单位：河海大学、水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、中国水利水电科学研究院、水利部太湖流域管理局、江苏省水利厅

主要完成人员：董增川、钟平安、王银堂、王船海、吴浩云、陈娟、季红飞、朱非林、王文卓、董宁澎、李大勇、任黎、陈钢、权锦、陈甜等

单位地址：江苏省南京市鼓楼区西康路1号 联系电话：18251828695
电子邮箱：wenzhuowang@hhu.edu.cn

联系人：王文卓

汶川震区山洪灾害风险评估与预警模型构建关键技术

成果名称：汶川震区山洪灾害风险评估与预警模型构建关键技术

任务来源：集成成果

计划编号：

地震造成的大量松散物质为山洪灾害的发生提供了物源，不仅山洪风险状况较震前发生很大改变，而且水沙相互作用和河床的变形淤高等又会影响水沙致灾过程而造成预警指标拟定困难。该成果依托科技部相关计划项目、水利部公益性行业科研专项经费项目、计划外项目等，围绕汶川震区山洪灾害风险评估与预警模型构建关键技术问题，开展了大量的野外调研、模拟实验和数学分析，揭示了震区山洪水沙耦合致灾机理，构建了多空间尺度山洪灾害风险评估指标体系和评估模型，提出了震区山洪灾害预警方法，定量评估了地震对山洪灾害的影响，研发了山区小流域暴雨洪水监测和信息网络系统，为有效防御山洪灾害提供了技术支撑。

该成果主要创新点如下：

1. 通过近百年来大型山洪事件与历史地震规律分析，系统评估了地震对山洪灾害的影响，获得了大型灾害性山洪泥石流与地震强耦合关系。
2. 甄别了导致山洪灾害空间分异的暴雨、地表松散物等关键因子，构建了不同空间尺度山洪灾害评估指标体系和模型，揭示了地震对汶川震区山洪泥石流灾害风险格局变化的作用机制。
3. 提出了汶川震区小流域山洪灾害雨量预警模型，实现了捕捉降雨-山洪陡涨过程致灾的实时预警，提高了震区暴雨山洪预警的可靠性。
4. 研发了适合复杂环境的山区小流域暴雨洪水监测和信息传输网络系统，与公网结合有望解决山洪灾害防御“最后一公里”难题。

该项目成果已在陕西省、湖南省、四川省、云南省等省、地市、县（区）级山洪灾害防治项目实施中得到应用，并完成了四川省山洪灾害风险区划，取得了良好效果，推广应用前景广阔。

主要完成单位：长江水利委员会长江科学院、中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所、四川大学、河海大学

主要完成人员：丁文峰、张平仓、欧国强、王协康、潘华利、向龙、杜俊、任洪玉、卢阳、师哲、董林焱、牛俊、牛志伟、王钧、张冠华

单位地址：湖北省武汉市江岸区黄浦大街 **联系电话：**027-82926643

23 号

电子信箱：dingwf@mail.crsri.cn

联系人：丁文峰

成果名称：水库群三维推演防洪决策关键技术与应用

任务来源：集成成果

计划编号：

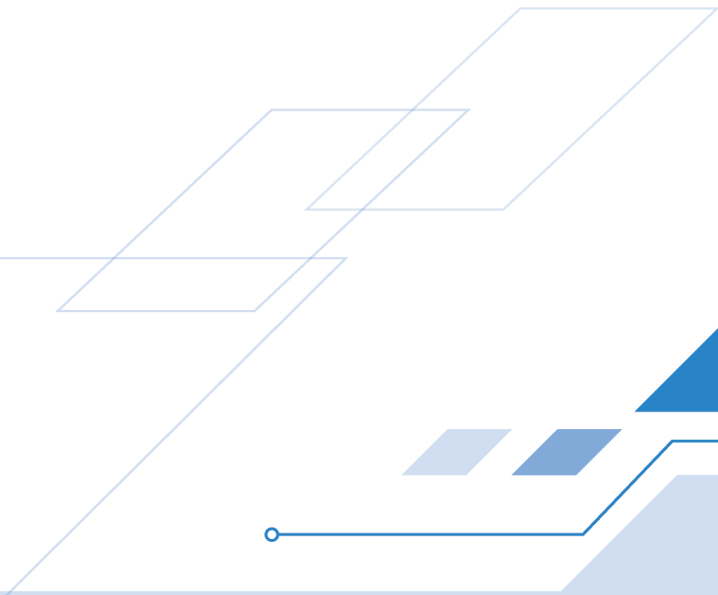
成果面向水库群防洪调度实际需求，系统地开展了流域水库群遥感信息感知技术、流域水库群三维 GIS 管理平台以及水库群三维推演防洪决策技术研究，解决了一系列关键技术难题，全方位地服务于流域水库群防洪调度决策。成果获发明专利 9 项，软件著作权 8 项，发表论文 36 篇。

该成果主要创新点如下：

- 1. 面向流域水库群地理信息感知，研发了机载 Lidar 点云和高分辨率影像进行空间点的联合定位方法，显著提高了防洪决策所需的大区域遥感数据处理效率。
- 2. 提出了基于情景驱动的防洪形势推演和仿真方法，实现了防洪调度推演涉及的全过程、多粒度、多级别信息的统一管理和集成，有效提高了防洪形势展示的丰富程度，提升了防洪推演数据的信息价值。
- 3. 基于自主开发的三维地理信息平台方舟（3DGIS - Ark），实现了宏观与微观、地上与地下、室内与室外海量空间数据与水利工程部件级全生命期管理，构建了流域水库群防洪推演基础平台与应用组件技术体系，突破了国内外相关软件平台在水库群防洪推演业务应用中的瓶颈。

成果在南水北调中线、滇中引水、三峡、丹江口、小浪底、糯扎渡、向家坝等国内重大水利工程中开展了 20 余项应用，多次在长江委防汛演练与会商工作中得到运用，大幅提高了防洪调度推演可视化与决策分析效率，取得了显著的经济与社会效益，在推进行业技术进步方面取得了显著的成效，推广应用前景广阔。

主要完成单位：长江空间信息技术工程有限公司
主要完成人员：杨爱明、黄艳、周翔、张力、马瑞、钟良、徐志敏、柳嘉、饶小康、杨俊杰、杨喆、杨坤、甘拯、刘成堃、邱鑫
单位地址：湖北省武汉市江岸区解放大道 1863 号
联系电话：18871880260
电子邮箱：marui@cjwsjy.com.cn
联系人：马瑞



水文水资源

水文水资源

1

国家水资源动态评价关键技术与应用

成果名称：国家水资源动态评价关键技术与应用

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2018YFC0407700

项目面向水资源精细化、动态化管理实践需求，完成了我国月尺度水资源及开发利用动态评价方法、月尺度时空变化规律研究，形成了基于多种监测手段的全国及重点区域来水、蓄水、供用水与需水动态评价与预测预报、态势研判与平衡配置技术体系；基于国家水资源管理系统，建成了水资源月度动态评价与预测系统平台，完成了全国及重点区域水资源月度动态评价产品生产等，提高了水资源评价成果的科学性和时效性；建成了水资源高效开发利用科技成果综合集成系统平台，支撑了水资源领域高效科技管理。

该项目取得创新成果如下：

1. 发展了水资源评价基础理论与技术体系。提出了水资源动态评价的基本概念与框架体系，建立了水资源动态评价指标体系，创新提出了“天然建模-实测分离-模拟耦合-平衡修正”的月尺度水资源动态评价中水循环二元过程动态耦合模式，建立了月尺度自然-社会、地表水-地下水、水量-水质等多要素耦合联合的水资源动态评价技术体系及水量、水质动态评价技术。

2. 提出了多元融合的月尺度水资源开发利用动态分析技术。利用水资源系统多要素协同观测与多源融合数据集，基于水量平衡原理和水循环要素之间的关联转换机理，建立了对水资源开发利用供用耗排过程典型计量与间接推演结合的动态分析技术，实现了月尺度农业和非农业用水的动态评价，揭示了月尺度用水量时空变化规律。

3. 构建了基于大数据分析的月尺度水资源预测技术。针对水资源数量及需水动态变化特征，遴选与水循环过程高关联度和高并发性的对象行为，基于多源信息融合，定义全国及区域水资源数量及需水特征标签与计算方法体系，构建了水资源数量、质量、农业与非农业需水等动态预测技术，降低了预测输入信息获取成本，提高了预测精度。

4. 形成了综合智能的月尺度水资源情势研判及平衡调配技术。建立了量质效多维度水资源动态情势研判与预警指标体系，构建了以月尺度水资源时空分布与变化规律智能学习为核心的水资源情势研判技术；提出了面临时段的分区水量平衡配置方法，基于“宽浅式破坏”理念和月尺度年周期滚动序贯决策优化，建立了全国月尺度水量平衡配置模型，可为供水风险预判与调控措施决策提供支撑。

应用项目成果开展了全国二级区套省单元、黄河流域二级区及主要支流流域单元、黑龙江省二级区与地级市单元、成都市区县单元的水资源月度动态评价，支撑了水量调度的动态优化决策，具有显著的经济、社会和生态效益，以及良好的应用前景。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、水利部信息中心、中国灌溉排水发展中心、水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、长江水利委员会长江科学院、黄河水利委员会水利科学研究院、河海大学、大连理工大学、黑龙江省水利科学研究院

主要完成人员：蒋云钟、赵红莉、贾玲、游进军、杜霞、韩振中、许钦、曾焱、冯杰、段浩、曹引、郝震、仇亚琴、蔡思宇、林鹏飞等

单位地址：北京市海淀区复兴路甲1号

联系电话：13810523141

联系人：贾玲

电子信箱：jialing@iwhr.com

成果名称：国家水资源立体监测体系与遥感技术应用

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2017YFC0405800

项目以提高国家水资源监控能力为总体目标，面向水资源监测要素的组织机制和水资源立体监测的协同机理等科学问题，完成了水资源“天-空-陆-水”立体监测理论与技术体系、以国产卫星数据为主的水文水资源要素遥感反演技术、多源多尺度数据同化融合、智能组网等关键技术研究，形成了相关技术标准，建成了可与国家水资源管理系统对接的遥感监测示范平台，开展了立体监测示范，提高了水资源信息获取的准确性、时效性、完整性和可靠性。

该项目取得创新成果如下：

1. 建立了水资源立体监测基础理论。成果提出了水资源立体监测体系定义，解析了二元水循环框架下的水资源立体监测协同机理，建立了立体监测组网优化的目标函数和求解方法，提出了典型应用场景下水资源要素立体协同监测指标及获取途径，为国家水资源立体监测体系建设奠定理论基础。

2. 发展和创新了多源融合的水循环要素遥感监测技术。面向国产卫星数据特点和水资源管理时空尺度要求，构建了“天-空-陆-水”一体化天然水循环要素监控技术体系，研发了基于多源融合的大气水汽、降水、蒸散发、土壤含水量、地表和地下水储量、积雪与雪水当量和水体水质等遥感技术，丰富了水循环关键要素遥感监测反演技术方法，为国家水资源遥感监测平台建设提供了遥感基础技术的支撑。

3. 创新形成了社会水循环立体协同监测技术。针对社会水循环水量、水质等地面监测的薄弱环节，结合遥感优势方法，利用立体多源、多要素协同的方式，对农业灌溉用水、水功能区水质、用水效率等的动态监测提供了技术解决方案，提升了水资源监控能力。

4. 研发了国家水资源遥感监测示范平台。形成了基于统一多级格网和数据立方体的遥感数据管理模型、基于云计算的水资源遥感监测多任务协同并行处理技术、水资源立体监测数据资源目录组织和智能检索技术，建立了相应的集成标准，实现了与国家水资源管理系统的对接。

项目示范生产了大气水汽、降水、蒸散发、土壤含水量、地下水储量、湖库水质等天然水循环产品及农业实际灌溉面积和灌溉水量、全国重点湖库蓄水量、用水效率等数据产品，被水利部水资源管理司、河北省水利厅等中央和省级行业主管部门采纳应用，推动了农业取用水监管和用水总量复核业务的转型升级，为多项国家级和省部级重点科研项目提供了数据支持，社会效益显著，应用前景良好。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、清华大学、中国科学院遥感与数字地球研究所、水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、水利部信息中心、河海大学、长江水利委员会长江科学院、中国灌溉排水发展中心、武汉大学、首都师范大学

主要完成人员：赵红莉、蒋云钟、杜军凯、龙笛、卢善龙、黄诗峰、陈鸣、冶运涛、陈德清、张磊、曹引、段浩、郝震、王镭、朱鹤等

单位地址：北京市海淀区复兴路甲1号

联系电话：18210604240

联系人：杜军凯

电子信箱：dujk@iwhr.com

3

“水-能源-粮食”协同安全保障关键技术

成果名称: “水-能源-粮食”协同安全保障关键技术

任务来源: 国家重点研发计划项目

计划编号: 2017YFC0404600

项目围绕国家水-能源-粮食协同安全保障的重大科技需求,从理论方法、关键技术与战略支撑三个方面,创新开展了水-能源-粮食资源互动耦合机理及模拟方法、协同安全评价及趋势预测、面向粮食安全的水资源竞争协调-高效利用-全程管控、面向能源开发的水资源区间调配-水权流转-节用结合、面向水电可持续利用的水资源梯级调度-干支调配-灌排调剂的协同保障技术等关键技术的研发,创建了全国水-能源-粮食协同安全保障战略框架,形成了国家水-能源-粮食协同安全保障的系统解决方案,研发了具有自主知识产权的水-能源-粮食协同安全评价软件工具。

该项目取得创新成果如下:

1. 理论方面,提出了以水为核心的水-能源-粮食纽带关系概念内涵,揭示了基于生命周期理念的水-能源-粮食资源流互动耦合机理,创建了宏微融通的水-能源-粮食协同安全理论,提出了基于协同共生理念的水-能源-粮食协同安全评价方法,研发了具有自主知识产权的水-能源-粮食互馈关系耦合模拟平台和协同安全评价软件工具,填补了国内多资源协同安全理论与方法的空白。

2. 技术方面,研发了面向粮食安全的水资源竞争协调-高效利用-全程管控、面向能源开发的水资源区间调配-水权流转-节用结合、面向水电可持续利用的水资源梯级调度-干支调配-灌排调剂的水-能源-粮食协同安全保障关键技术,在东北粮食主产区、西北地区能源基地、西南水电能源基地的典型区域开展技术应用;同时,研发的水-能源-粮食耦合模拟技术、协同安全评价技术与差异化风险调控技术,为国家多资源协同安全保障提供了共性关键技术支持。

3. 管理方面,首次提出了“以水而定、生态优先、粮安为本、能源强基”的国家水-能源-粮食协同治理战略建议,创新提出了跨区域、跨部门水-能源-粮食协同安全保障的体制机制,明确提出了东北粮食主产区、西北地区能源基地、西南水电能源基地三大典型区域的水-能源-粮食协同安全保障战略重点,为国家水资源、能源和粮食协同安全治理政策制定和项目规划提供了决策支持。

项目成果已在松嫩平原、鄂尔多斯和雅砻江流域成功应用,实现了粮食主产区节水 50~100m³/亩,灌溉水有效利用系数从 0.47 提升到 0.51;雅砻江水能综合利用率可提高 4.68%,发电经济收入可增加 6.75 亿元/年;提出了黄河干流水量区间调配方案建议;相关成果被国家及部委专项规划采纳,有力支撑了国家发展战略制定与部门规划决策,经济社会生态效益显著。

主要完成单位: 水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、河海大学、国家发展和改革委员会能源研究所、中国水利水电科学研究院、黄河勘测规划设计研究院有限公司、北京师范大学、吉林大学、水利部发展研究中心、雅砻江流域水电开发有限公司、神华科学技术研究院有限责任公司

主要完成人员: 吴修锋、王慧敏、张有生、谢兴华、仇亚琴、赵麦换、贾本有、周永、刘钢、王会肖、董维红、田雷、徐锦才、朱吉茂、夏朋等

单位地址: 南京市鼓楼区广州路 223 号

联系电话: 15950574091

联系人: 贾本有

电子信箱: byjia@nhri.cn

成果名称：京津冀水资源安全保障技术研发集成与示范应用

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2016YFC0401400

项目围绕京津冀水资源演变基础理论、需求管理、多源供给、协同调控、管理保障五方面开展技术研发与示范应用。

该项目取得创新成果如下：

1. 基础理论方面，解析了不同降水和灌溉条件下深厚包气带水分动态特征和运移速度，揭示了包气带增厚对地下水入渗补给的影响机制；解析了海河流域过去 60 年水资源衰减规律，逐项分析了降水、植被、地下水等十要素对地表水资源形成的影响机制，模拟预估了未来 30 年衰减极限及可能演变规律；建立了城市水资源需求场理论及其数学表达式，分析了需求场演变过程及其自然和社会驱动力。

2. 需求管理方面，绘制京津冀粮棉果蔬和城市绿地生态系统水平衡图谱，研发示范了减蒸降耗及水肥一体化节水灌溉技术，提出了农业耗水县域管理方案；创建了城市水资源需求场理论及其量化方法，绘制了京津冀水资源利用效率频谱；创建了用水适应性增长曲线与层次化需求调控技术，提出了京津冀用水层次化调控措施适水发展布局。

3. 多源供给方面，研发示范了地下水调蓄储备、多源回补、微咸水利用和污染防控等关键技术，构建了地表-地下水耦合模拟精细化模型，提出了京津冀地下水超采综合治理方案与评估技术方法；研发示范了纳滤+电化学催化臭氧氧化的再生水生产技术，提出了再生水河道利用适宜性区划方法和不同自然条件雨洪水安全利用模式；建立了外调水与当地水对冲平衡理论与模型，提出了京津冀对冲平衡实施办法和外调水高效利用措施。

4. 协同调控方面，创建了强烈缺水胁迫区水系统健康调控理论模式，研发了以水为纽带的“水-粮-能-生”耦合模拟与综合调控模型；提出了不同尺度水循环健康评价方法，绘制了京津冀水资源安全诊断空间图谱；完善了京津冀一体化水网总体布局，提出了常态与应急协同的水资源安全保障方案和南水北调中东线后续工程调水规模建议。

5. 管理保障方面，建立了量质域一体化水资源资产实物量核算账户与负债表式，提出了京津冀地下水灌溉水价综合改革模式，设计了水权交易实施方案，研发了地下水超采区生态补偿测算技术与适应性评价模型；建立了基于云服务架构和数字水网的水资源综合调控平台，提出了业务化服务模式。

项目建成了节水降耗、地下水超采治理、非常规水利用和水资源协同调控 4 类 16 个集成示范区，农业节水技术推广应用 2000 万亩以上。成果被采纳应用于国家及地区规划编制与政策制定，经济、社会效益显著。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心、中国科学院地理科学与资源研究所、北京市水科学技术研究院、水利部南水北调规划设计管理局、西安理工大学、水利部海河水利委员会科技咨询中心、清华大学、天津大学、南方科技大学等

主要完成人员：赵勇、刘家宏、于静洁、沈彦俊、陆垂裕、郝仲勇、牛万军、张春玲、解建仓、翟家齐、李想、杜朝阳、齐永青、李炳华、张爱静等

单位地址：北京市海淀区复兴路甲 1 号

联系电话：13581618705

联系人：翟家齐

电子信箱：jiaqizhai@163.com

成果名称：雄安新区多水源联合调配与地下水保护

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2018YFC0406500

项目开展了大清河流域水资源演变机理、入淀河流生态补水量质保障、地下水人工补给与调蓄、地下水环境风险预测预警与防控、水资源承载风险评估与监控预警、多水源联合调配等基础研究与技术研发，建成了生态补水量质保障等三类示范工程，提出了符合新区特点和定位的水资源安全保障模式与方案，为新区规划、建设与管理提供了科技支撑。

该项目取得创新成果如下：

1. 基础研究方面。深入揭示了白洋淀流域河川径流衰减、入淀河流污染物迁移转化、地下水量质演变的规律和驱动机制，构建了气候、社会经济、生态保护等多因素驱动下水文水环境要素演变趋势预估的模型体系，通过精细化模拟预估未来流域水资源、水环境的变化趋势，从量、质、域、流 4 个维度综合评估新区水资源承载风险。

2. 多水源调配方面。面向水资源优化配置、复苏河淀生境、地下水保护、应急供水调度等目标，构建了新区用水强度控制指标和水资源监控预警体系，预测了新区供需水的整体变化规律，研发了补水河道水动力水质耦合模拟、白洋淀干旱预警、地下储存空间调蓄优化、多水源联合调配等模型及决策支持云平台系统，提出了适应新区空间布局和需求的水资源调配模式与方案。

3. 地下水保护方面。揭示了区域地下水污染风险、健康风险的来源和路径，编制了地下水环境风险分区和人工回灌适宜性分区的系列图件，研发了源水铁、锰、氨氮等超标组分的接触氧化-吸附去除工艺和关键材料，研发示范了基于含水层堵塞早期识别与控制的地下水人工补给促渗技术体系，统筹考虑水量、水位、水质等指标，提出了雄安新区的地下水保护模式与方案。

项目成果已应用于雄安新区水源工程建设与城市水系统构建、白洋淀生态补水与水质净化、大清河山区生态涵养、地下水超采综合治理、地下水应急水源地评价、地质环境监测等多项实际工作，研发的 2 项技术被列入《雄安新区水资源保障能力技术支撑推荐短名单》，被水利部、河北省有关业务主管部门采纳。

项目成果支撑了《河北雄安新区总体规划（2018—2035 年）》《白洋淀生态环境治理和保护规划（2018—2035 年）》《大清河流域综合规划》等多项重要规划的编制与实施，支撑了南水北调中线雄安调蓄库、雄安干渠、府河河口湿地水质净化等工程的规划设计和建设，促进了新区“多源调水-多线通水-多措节水-多方护水”格局的科学构建，提高了河道入渗速率、井灌回灌速率和地下水补给量，提升了新区水资源风险防控与安全保障能力，经济、社会、生态效益显著。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、北京师范大学、吉林大学、长安大学、水利部水利水电规划设计总院、河北省水文工程地质勘察院、中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心、水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、郑州大学、南方科技大学

主要完成人员：阮本清、鲁帆、丁跃元、王文科、苏小四、孙文超、曹建生、尤冰、张金萍、姜蓓蕾、周毓彦、陈飞、段磊、冶雪艳、陈海洋等

单位地址：北京市海淀区复兴路甲 1 号

联系电话：010-68781656

联系人：鲁帆

电子信箱：lufan@iwhr.com

6

江河湖库水文要素在线监测技术与装备

成果名称：江河湖库水文要素在线监测技术与装备

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2017YFC0405700

项目建立了流量在线监测误差评定和误差控制方法、流量在线快速监测方法、适用于在线监测局部测量数据同化的河段三维流速仿真数值模型，构建了水文要素在线监测技术与保障体系以及高寒高海拔在线监测技术对策和可靠性保障措施，研发了水文要素在线监测装备，提出了江河湖库水文要素在线监测系统技术解决方案。

该项目取得创新成果如下：

1. 建立了声学多普勒流速剖面仪的检测指标体系与检测方法，创建了声学多普勒流速剖面仪检验测试方法。

2. 研发了表面流的矢量流场提取和流量反演等关键技术，研制了 UHF 雷达流量在线监测装备，解决了山区性河流流量在线监测技术难题。

3. 解决了雪、冰、水、河床地形雷达回波特征精准提取和高效辨识的关键技术难题，实现了冰下水位和冰厚自动监测。

4. 建立了水文仪器设备检验测试及精度评定方法，编制了水流速标准装置检定、声学多普勒流速剖面仪检验测试、水文仪器现场检验测试共 5 份规程。

5. 研发了超声波无线时差法、定点式声学多普勒、UHF 雷达、图像法、K 波段雷达一体化共 5 种流量在线监测装备；研发了高寒高海拔雨雪量在线监测、小型地表蒸发渗透在线监测、高寒高海拔环境河湖冰下水位自动监测共 3 种高寒高海拔专用装备；研制了便携式翻斗式雨量计、便携式高精度浮子式水位计、便携式高精度气泡压力式水位计共 3 种现场检验测试装备。

研制的超声波无线时差法流量在线监测设备在攀枝花和泰安水文站等地应用，实现销售；UHF 雷达应用于金沙江、汉江、大运河等，实现全国销售并出口东南亚；称重式雨雪量计、自动蒸渗仪应用于阿拉泰、疏勒河源区、唐古拉山及青藏高原北麓河等高寒高海拔地区；双频雷达冰厚监测装备应用于北极村段、洛古河段、北红村段、黄河中上游、新疆库威等 33 处，为冰害防控提供了关键数据。

项目成果显著提高了我国大江大河流量和高寒高海拔水文要素在线监测水平，打破了国外水文要素在线监测产品的技术壁垒，实现了我国水文要素在线监测新技术的自主创新，支撑了水文现代化和水资源高效利用的可持续发展，经济、社会和生态效益显著。

主要完成单位：水利部南京水利水文自动化研究所、水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、河海大学、武汉大学、中国科学院寒区旱区环境与工程研究所、中国计量科学研究院、长江水利委员会水文局、中国水利水电科学研究院、中国科学院声学研究所和成都中电锦江信息产业有限公司

主要完成人员：邵军、唐跃平、刘宏伟、谢悦波、张国学、褚泽帆、宗泽、何晓波、张利茹、文必洋、张振、戴佳琦、史占红、汪义东、张亚等

单位地址：南京市雨花台区铁心桥街 95 号

联系电话：13776605316

联系人：戴佳琦

电子信箱：daijiaqi@nsy.com.cn

7

外调水和当地水的对冲平衡机制及其应用

成果名称：外调水和当地水的对冲平衡机制及其应用

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2016YFC0401400

针对外调水来水不足与受水区未来可能发生的严重缺水问题，研究了外调水和当地水的对冲平衡机制，提出了外调水与当地水的联合对冲规则，构建了基于联合对冲规则的天津市引江水（南水北调中线水）和引滦水多水源调度模型，并在当地得到了实际应用。

该成果主要创新点如下：

1. 界定和明晰了外调水和当地水对冲平衡概念，在单点和三点对冲形式的基础上提出了联合对冲规则，建立了外调水和当地水的对冲平衡理论框架。
2. 在原有缺水率平方和指标的基础上，增加了减产损失率指标，改进了对冲规则的目标函数。
3. 基于联合调度规则，考虑外调水和当地水的特点，构建了外调水与当地水的对冲平衡模型。
4. 研究了多水源、多用户的用水原则，根据南水北调中线工程、引滦工程和京津冀地区的河湖连通现状，在外调水、当地水水量分析基础上，考虑不同用水户需求、不同用水户用水效益的差异，建立了引江水、当地水的对冲平衡机制。

该成果已被天津市水务工程运行调度中心所采用，为天津市引江水（南水北调中线水）和引滦水的高效利用、管理和科学调度提供了科技支撑，产生了较好的经济、生态和环境效益，具有良好的推广应用前景。

主要完成单位：华北电力大学

主要完成人员：门宝辉、张尚弘、许桂生、雍雪林、范威威、荆柱、李文达、龙日尚、李扬松、
翬霁、姚力玮

单位地址：北京市昌平区北农路2号

联系人：门宝辉

联系电话：010-61772451

电子信箱：

成果名称：取用水户计量与监测试点关键技术应用与示范

任务来源：水利技术示范项目

计划编号：SF-201904

项目根据青海省取水许可台账信息中不同类型的取用水户，结合青海省优势产业结构类型，选择青海省盐湖化工典型规模以上取用水户进行技术应用与示范。以青海省察尔汗重大产业基地青海盐湖工业股份有限公司重点取水户作为依托，开展全方位的计量与监测工作，以科学准确核定延续许可量，形成一套延续许可评估技术，建设了取用水户计量与监测关键技术应用示范区。

该成果的关键技术如下：

1. 通过在取水口、用水单元、用水设备、退水口等关键节点，分别安装取用水户计量与监测设备，根据监测数据深入剖析取用水户取水、用水情况，分析取用水户的取用水合理性，结合用水定额、许可台账、水资源费缴纳数等，科学准确核定延续许可水量，提出了取用水户计量监测及延续取水许可评估技术。

2. 通过延续取水许可评估工作，分别从取用水合理性、水平衡测试、节水评价及节水潜力等全方位对取用水户进行分析，不仅可以进一步挖掘节水潜力，提高用水效率，减少了用水总量，降低了水资源耗损，而且减少了排水量，不仅产生了明显的经济效益，而且通过减少排水量，间接减少了排污量。

3. 构建了取用水户计量与监测示范区，通过延续许可评估技术，项目以青海省察尔汗重大产业基地青海盐湖工业股份有限公司钾肥分公司 40 万 t/a 氯化钾、100 万 t/a 氯化钾、新增 100 万 t/a 氯化钾项目为典型，建成取用水户计量与监测关键技术应用示范区，从延续取水基本情况、取用水合理性分析、取水可靠性分析、退水影响评估分析、计量监测及取水许可量核定、结论与建议等六个方面对示范区延续取水许可现状进行分析，根据延续取水许可管理办法，科学合理核定取水许可量，为示范区延续许可申请提供指导意见。

项目提出了取用水户计量监测及延续取水许可评估技术，有效指导了青海省格尔木市察尔汗盐湖基地青海盐湖工业股份有限公司延续取水许可工作，且在青海省、甘肃省邀请各级水行政主管部门、取用水户典型代表以会议、讲座形式开展了延续取水许可技术培训，进一步规范取水许可管理工作，产生了明显的社会效益。

主要完成单位：水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院

主要完成人员：朱乾德、孙金华、陆海明、李伟、刘永志、丰华丽、耿雷华、程亮、彭安邦、方庆、王妞、颜冰

单位地址：南京市广州路 223 号

联系电话：025-85828135

联系人：沙海飞

电子信箱：hfsha@nhri.cn

调水输入影响下湖泊流域水资源多尺度演变与安全调控关键技术

成果名称：调水输入影响下湖泊流域水资源多尺度演变与安全调控关键技术

任务来源：集成成果

计划编号：

项目针对调水输入影响下湖泊流域水资源多尺度演变与安全调控需求，紧扣“理论创新-技术突破-应用服务”主线，开展了流域水文水资源水环境水生态多要素监测、水资源安全胁迫因子诊断、水资源多尺度模拟调控与水资源安全智慧管理平台创建等相关研究工作，构建了湖泊流域水资源多尺度演变与安全调控技术体系，成果具有重要的科学意义和应用价值。

该成果主要创新点如下：

1. 开展了典型湖泊及主要入湖河流水文水环境水生态多要素 11 年连续同步监测，揭示了胁迫湖泊流域水资源安全的关键因子，探讨了垫面变化下水文水动力多要素耦合机制，辨识了多水源交互作用下湖泊水质和蓝藻的响应关系，提出了水资源水环境水生态协调的调控阈值和实现条件。

2. 创新了水资源-经济社会-生态环境互馈模拟技术，构建了湖泊流域水资源水环境水生态多尺度模拟调控模型，解决了多过程耦合、尺度相容、非均匀性协调等模型构建的难题。

3. 研发了多要素、多尺度、多维度、多过程、多层级模拟调控的湖泊流域水资源安全智慧管理平台，实现了典型湖泊流域水文、水环境、水生态预报预警与科学调控。

成果已成功应用于南四湖、太湖、巢湖等典型湖泊流域的防洪减灾、水资源调配、河湖健康管理、多项重大治淮工程规划设计，支撑编制了《调水工程“十四五”专项规划》《山东水资源条例》《山东省水资源综合利用中长期规划》《沂沭泗洪水调度预案》，在应对 2014 年以来山东半岛四市（青岛、烟台、潍坊、威海）连续干旱、“引江济太”抑制太湖蓝藻暴发等重大事件中发挥了重要作用。

成果在理论研究、技术研发、集成应用等方面创新程度高，应用效果好，综合效益显著，推广应用前景广阔。

主要完成单位：水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、河海大学、合肥工业大学、水发规划设计有限公司、济宁市水文中心、连云港市水利规划设计院有限公司

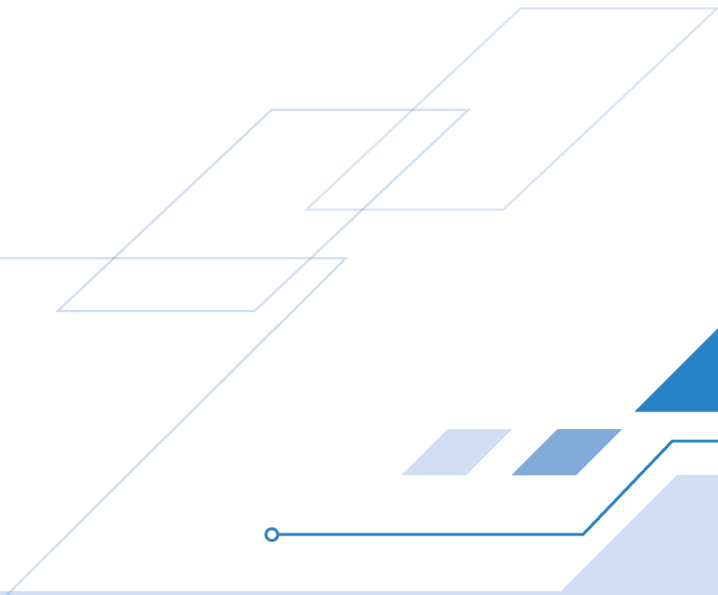
主要完成人员：王宗志、王银堂、余钟波、刘克琳、杜慧华、王小军、周玉良、白莹、彭安帮、程亮、颜秉龙、舒博宁、刘友春、陈学高、李国礼

单位地址：江苏省南京市广州路 223 号

联系电话：025-85828126

联系人：高长胜

电子信箱：csgao@nhri.cn



水环境与水生态



1

河湖生态岸坡及滨水带综合治理关键技术

成果名称：河湖生态岸坡及滨水带综合治理关键技术

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2018YFC0407603

课题组根据河湖生态岸坡及滨水带的空间分区，明确堤岸、洲滩、水边的功能范围，针对不同区域内的生态水利问题及需求，研发了生态防洪堤岸、精准干扰钉螺孳生的水利血防、岸坡雨污分离净化等关键技术，构建了河湖生态岸坡及滨水带综合治理关键技术体系，并在典型区域开展了应用试验。

主要成果及创新点如下：

1. 揭示了沉水植被对水流运动特性的影响机制，提出了沉水植被阻水效应的概化方法，构建了鄱阳湖五河及湖区防洪堤岸植被生态连通的模式。
2. 揭示了钉螺在滨水带“两线三带”的分布特征及其对水位、土壤含水率等关键生态因子变化的适应性，构建了基于分时分区精准干扰钉螺孳生的生态化水利血防技术模式。
3. 研发了常水位线上下缓冲带污染物生态阻控技术以及多孔砌块与净污器耦合技术，形成了适宜于鄱阳湖流域特定区域面源污染拦截的滨水带岸坡雨污分离净化集成技术。
4. 提出了河湖岸坡及滨水带空间分区方案，揭示了不同区域功能分区空间差异，构建了河湖生态岸坡及滨水带综合治理关键技术体系。

该成果能够为河湖生态岸坡及滨水带综合治理及工程示范提供关键技术支撑，具有良好的社会、经济和生态效益及推广应用前景。

主要完成单位：长江水利委员会长江科学院、武汉大学、河海大学

主要完成人员：杨文俊、刘同宣、渠庚、栾华龙、丁兵、雷文韬、徐坚、李国忠、刘士和、周龙才、朱孔贤、王家生、闵凤阳、代娟、章运超等

单位地址：武汉市黄浦大街23号

联系电话：15342345529

联系人：栾华龙

电子信箱：luanhualong@126.com

成果名称：鄱阳湖五河及湖区生态水利特征因子响应机制

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2018YFC0407601

该课题针对鄱阳湖流域目前所面临的生态环境问题，通过开展生态健康评价、枯水情势分析、水土流失及面源污染、泥沙通量及河道形态演替规律、生态水利关键要素辨识等研究，取得了系列创新成果。

主要成果及创新点如下：

1. 分析了鄱阳湖流域主要环境因子的时空变化规律，提出了鄱阳湖流域生态健康内涵，系统构建了流域生态健康评估体系，评价了鄱阳湖流域生态健康状况，指出了影响鄱阳湖流域生态健康的关键要素。

2. 深入分析了三峡及上游控制性水库群运用以来，长江、鄱阳湖、五河之间的江湖河关系变化，研究了通过调整五河控制性水库调度方式改善五河尾闾及鄱阳湖区水文情势的可能性。

3. 利用遥感反演和异源观测数据融合的水土流失动态评价方法，分析了五河及湖区水土流失和面源污染时空分异规律，识别了关键驱动因子，揭示了坡面面源污染运移流失特征，阐明了水土流失与面源污染的耦合机理。

4. 揭示了鄱阳湖五河入湖水沙通量的年际趋势性、突变性、年内、出口泥沙通量变化规律，阐明了鄱阳湖历史变迁、五河及湖区典型河段、典型大断面形态变化特征，分析了五河典型河段一抚河尾闾段的河床形态变化趋势。

5. 构建了底栖动物-鱼类动力学模型，考虑鱼类-底栖的捕食关系，并可定量探讨床面形态等综合因子对底栖动物的影响；基于玻尔兹曼方程，推导了江豚游动与水动力之间的关系，兼顾水深、食物资源等影响，构建了江豚栖息地适宜模型，可预测不同环境条件下江豚丰度及分布。

6. 提出了新时期背景下鄱阳湖生态水利的内涵；系统分析了鄱阳湖流域相关要素对人类活动压力的响应状况，辨识了适用于鄱阳湖流域的生态水利要素；构建了鄱阳湖生态水利工程的评价指标体系，提出了鄱阳湖流域不同类型生态水利工程的构建方案。

综上所述，该课题技术难度大、成果突出、创新明显，为鄱阳湖流域生态保护提供了重要科学技术支撑。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、长江水利委员会长江科学院、清华大学、长江勘测规划设计研究有限责任公司

主要完成人员：王世岩、王亮、刘晓波、刘畅、吴文强、韩祯、赵仕霖、杜彦良、李昆、吴雷祥、朱蓓、马旭、程冬兵、柴朝晖、黄磊等

单位地址：北京市海淀区复兴路甲1号

联系电话：13439084979

联系人：王亮

电子信箱：wangsy@iwhr.com

3

太湖流域水量水质一体化预警决策关键技术及应用

成果名称：太湖流域水量水质一体化预警决策关键技术及应用

任务来源：水利部 172 项节水供水重大水利工程计划项目

计划编号：16102601

项目组在“太湖流域水资源监控与保护预警系统预警模型完善与开发项目”原有模型基础上，研发了水文、水动力和水质模型核心功能及各类应用组件，实现了大型平原感潮河网水量水质一体化预警决策与实时高精度模拟。

该成果主要创新点如下：

1. 研发了基于地理信息系统的图-数-模互馈新技术，创建了大型平原河网地区具有空间地理信息的基础资料标准数据流，实现了对全流域土地利用类型、河道湖泊、水利工程、污染源及水文水环境等基础建模资料标准化管理。

2. 研发了基于卡尔曼滤波的流域平原河网实时校正模型，开发了水功能区纳污能力计算管理模块、湖泊富营养化模块和突发水污染应急预测模块，结合流域分布式河网水量水质精准模拟技术，完善了大型平原感潮河网水量水质模型机理，提高了模拟计算速度和精度。

3. 设计了模型系统平台与预警应用服务间的标准化接口协议，提出了内聚模块高效耦合的新方法，实现了各模块间“步长级”耦合，增强了模型运行的效率和稳定性。

技术成果在 2020 年流域超标洪水防御、2018—2020 年太湖蓝藻水华应对、引江济太、水情预测预报等方面得到成功应用，为长三角一体化水安全保障规划、太湖流域水环境综合治理等重大战略、规划的制定及“智慧太湖”建设提供了有力的技术支撑，综合效益显著，推广应用前景广阔。

主要完成单位：太湖流域管理局水利发展研究中心、河海大学、上海东南工程咨询有限责任公司

主要完成人员：何建兵、刘克强、王船海、蔡梅、李琛、李蓓、陈钢、李勇涛、徐天奕、刘增贤、向美焘、韦婷婷、何爽、龚李莉、王元元等

单位地址：上海市虹口区纪念路 486 号 联系电话：18201784949

9 层

电子信箱：wangyy@tba.gov.cn

联系人：王元元

4

快速渗滤和湿地综合管理生态强化治理技术

成果名称：快速渗滤和湿地综合管理生态强化治理技术

任务来源：水利技术示范项目

计划编号：SF-201911

项目通过应用水利部“948”项目引进技术“灌溉-排水-湿地综合管理系统（WRSIS）”及“人工快速渗滤系统（CRI）”相关成果进行深度融合与技术示范，解决了填料、水生植物的选取和填料堵塞的处理方法等问题，开发出以天然生态系统为主的快速渗滤和湿地综合处理工艺，该组合工艺建设投资少、运行费用低、处理效果好、易于管理。

该成果的关键技术如下：

1. 运用人工快速渗滤生物塘和人工湿地综合管理技术在桂林市多个示范点进行示范推广，并基于该技术对不同类型的分散进行分析研究，实现农村水资源循环利用，保护农村生态环境。

2. 针对不同类型及不同规模的分散农村生活和养殖污水，利用人工快速渗滤生物塘和人工湿地综合管理技术进行优化升级，根据示范点实际情况自主研发优化系统或装置进行污水处理，因地制宜，满足不同条件下的污水处理形式。

3. 对原有人工快速渗滤生物塘和人工湿地综合管理技术进行优化升级，利用虹吸原理改进了污水处理流程，利用浮球阀升级干湿交替自动工作渗滤系统，且系统具备反冲洗功能。

项目应用快速渗滤和湿地综合管理生态强化治理技术在漓江流域花江支流的灵川县灵田镇东田村委西岸村新建面积约 400m² 的示范区，并在七星区尧山养猪场、临桂区临桂镇九龙福山庄、临桂区庄里村八仙居休闲山庄、全州县特殊教育学校、全州县全州镇龙岩村委滕家村和灵川县九屋镇塘家尾村、广西恒晟水环境治理有限公司科技研发基地等建立示范区 7 处，研究快速渗滤和湿地综合管理生态强化治理技术在处理农村生活污水方面的效果，将该技术在桂林市周边农村地区进行示范推广。处理后的水满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918—2002）一级 A 标要求，处理后的水再利用于农业灌溉和养殖。

主要完成单位：桂林市农田灌溉试验中心站

主要完成人员：粟世华、李新建、吴昌智、王荣华、梁梅英、郭攀、邓振贵、赵海雄、胡志强、唐向阳、伍慧锋、黄小芳、马剑青、粟梅

单位地址：广西桂林市临桂区临桂镇庙岭

联系电话：0773-2200105

联系人：郭攀

电子信箱：glsyz@163.com

5

生态清洁小流域河（沟）道近自然修复技术研究与示范

成果名称：生态清洁小流域河（沟）道近自然修复技术研究与示范

任务来源：水利技术示范项目

计划编号：SF-201907

该项目采用总结归纳、典型监测试验、示范推广应用的方式，系统总结河（沟）道近自然修复示范推广经验，优化河（沟）道生态监测评价指标和方法，开展典型生态清洁小流域河（沟）道近自然修复效果监测，配合建设项目开展了应用示范。

项目主要成果及关键技术如下：

1. 总结出了小流域河（沟）道治理前后水文地貌、植被、底栖动物、物理化学评价指标，重点梳理出一套成熟的河（沟）道生态监测要素及方法、水文地貌监测因子和评价方法。

2. 梳理出了山区河道生态修复技术路线，优化了山区河（沟）道生态修复方法，优化了生态监测评价方法，按调研方案对小流域样点进行采样，开展了水生生物、水文地貌、物理化学性质等的测定和鉴定工作，并顺利完成了流域的水生态调研工作，开展典型监测。

3. 在 62 条生态清洁小流域的河（沟）道中进行了技术示范推广。依托现有生态清洁小流域建设，在年度生态清洁小流域初步设计评审、工程实施工作中推广应用河（沟）道近自然修复理念和技术方法。

4. 项目成果包括 1 套完善的河（沟）道生态监测评价指标和方法；3 条生态清洁小流域河（沟）道近自然修复效果监测成果；1 套成熟的适用于山区河（沟）道的生态修复方法和技术路线及 3 个以上项目宣传资料。

项目在北京 7 个山区 62 条生态清洁小流域的河（沟）道中进行技术示范推广，124km 河（沟）道得到生态修复，示范推广带动河（沟）道两侧村庄环境改善。项目组织培训了生态清洁小流域河（沟）道设计人员、区县水土保持从业技术人员及受益人群 90 人次，培养出市区河（沟）道生态修复专业技术人员 17 余人。

主要完成单位：北京市水土保持工作总站

主要完成人员：郑文革、陈芳孝、杨元辉、宿敏、刘佳璇、颜婷燕、高立东、李善飞

单位地址：北京市海淀区翠微路甲 3 号

联系电话：010-56695570

联系人：杨元辉

电子信箱：191756340@qq.com

6

西南石漠化地区路池生态集雨系统技术

成果名称：西南石漠化地区路池生态集雨系统技术

任务来源：水利技术示范项目

计划编号：SF-201903

项目在已有成果基础上，以贵州省作为石漠化典型区，提炼标准化的参数、方法和图集，开展工程建设及其运行效果跟踪测试，构建石漠化地区喀斯特地貌“路面集雨+沟渠引水+水池蓄水+有效管护”的水资源高效利用与科学调蓄技术体系以及表层水资源空间优化配置的技术模式。

该成果的关键技术如下：

1. 形成了一套由集雨面、蓄水池、沉沙池、引水沟等组成，适用于石漠化地区的路池生态集雨系统。该系统技术极大地提高了当地应急抗旱能力，切实解决了安顺市工程性缺水、成本性缺水等难题，该系统技术具有低成本、易操作、易推广等特点。

2. 因地制宜在石漠化综合治理方面探索了多种技术模式，如黔西南州创建了“晴隆模式（种草养羊）”“坪上模式（种植金银花）”“顶坛模式（种植花椒）”“者楼模式（种植蔬菜）”；六盘水市探索出了“五个结合”，即将石漠化治理与县域特色种植业、城郊型蔬菜基地、特色现代农业、生态畜牧业、特色种养殖业相结合；毕节地区探索出了“山上植树造林戴帽子，山腰搞坡改梯拴带子，坡地覆盖地膜铺毯子，山下搞庭院经济抓票子，基本农田集约经营收谷子”的“五子登科”综合治理之路等，不同技术模式的有益探索均取得了成效。

3. 建设浆砌石或混凝土蓄水池或生态集水池，综合利用田间便道和机耕道等多种集雨面集水，结合表层岩溶泉定向引水技术等，开展集成管网系统调水与输配水技术示范。

项目建设完成了集水池 22 座，其中：30m³集水池 21 座，沉沙池 21 座，整修 200m³集水池 1 座，引水渠 23m。项目成果在安顺市普定县推广，极大地提高了当地应急抗旱能力；培训技术人员 120 人次。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院

主要完成人员：孙高虎、刘来胜、杜晓鹤、李娜、王静、徐卫红、俞茜、王杉、吴佳鹏、高继军、王启文、庄明权、龚开林、梁朝猛、倪翔、杨丹

单位地址：北京海淀区复兴路甲 1 号

联系电话：010-68781072

联系人：吕烨

电子信箱：lvye@iwhr.com

成果名称：半干旱区水文循环与生态安全理论与实践

任务来源：集成成果

计划编号：

项目针对半干旱区农牧交错带由于水土资源开发造成的重大水资源与生态问题，从基础规律认识、技术方法研制、管理对策分析等方面开展了系统性研究。提出了半干旱区水文循环与生态安全理论；建立了具有物理机制的农牧区包气带水分运移机理与定量计算方法，提出了农牧区地下水差别化管控模式；揭示了地下水驱动的草原生态演变机理，提出农牧交错带合理生态格局；提出了面向生态安全的循环经济产业链，取得重要成果。

该成果主要创新点如下：

1. 揭示了半干旱区自然属性和农牧交错条件下水文循环和生态系统演变机理，发现了地下水位下降使草原生态出现分化裂解及其演变路径和发展趋势。

2. 揭示了灌区入渗补给地下水和潜水蒸发物理机制，提出了不同灌溉条件下降水入渗补给地下水临界埋深计算与分析方法；创建了地下水补给植被的全过程物理模型，给出了地下水补给植被临界埋深和最优埋深的分析计算方法并得到实证。

3. 发现了地下水位下降导致的西辽河平原草原物种多样性演变证据，厘清了草原植被群落-演替-沙化的水文与生物变化机理，绘制了地下水埋深-草原面积-物种多样性变化关系图。提出并论证了以遏制沙化、防止演替为目标调控地下水的西辽河平原灌区、天然草原、人工草地的合理比例。

4. 基于半干旱区“水-生态-经济”协同思想，制定了基于地下水临界埋深的灌区、牧区地下水精准化管理制度和方案，提出了通辽市“市-区、县、旗-乡、镇-村、农户”层次化结构的循环经济产业模式。

该项成果在西辽河平原、松辽流域西部和内蒙古其他区域得到推广应用。部分成果被干旱区和半湿润区的省区应用，支撑了区域地下水管理与生态保护工作，并为水利部相关规划与建设管理工作提供了技术支撑。成果实用性强，应用效果显著，推广前景广阔。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、沈阳农业大学、内蒙古农业大学、西北大学

主要完成人员：陈敏建、闫龙、汪勇、张生、李同昇、王高旭、董克宝、邓伟、周飞、刘艳红、靳晓辉、李洪志、余弘婧、杨贵羽、胡雅杰等

单位地址：北京市海淀区玉渊潭南路1号

联系电话：18911640461

联系人：闫龙

电子信箱：yanlong@iwhr.com

成果名称：三峡水库水生态环境演化机制及其安全保障研究

任务来源：集成成果

计划编号：

成果围绕三峡水库蓄水运行后水质变化及支流水华问题，开展了大型水库深水条件多参数同步采样监测和原位研究技术的集成研发、水库干-支流相互作用及其伴生生态机制研究及动力学模拟、三峡水库富营养化防治对策研究，取得了一系列创新成果，为三峡水库水生态环境保护提供了科技支撑。

该成果主要创新点如下：

1. 针对深水大型水库监测技术和研究方法的技术瓶颈，构建了基于工程蓄水潮差驱动的生态动力学模型，集成研发了具有鲜明三峡特色的水文-水质-水生态多要素同步观测和原位研究的成套技术。

2. 系统阐明了三峡水库蓄水运行以来的水生态环境演化及成因，在三峡水库干-支流相互作用及其生态效应方面形成了原创性科学认知，丰富了我国湖库生态学研究的理论体系，为三峡水库水生态环境保护提供了重要科学基础。

3. 研发了三峡水库水生态环境安全保障技术，提出了水生态环境安全保障对策，在三峡水库生态环境保护规划和管理工作中得到应用，支撑了三峡库区生态环境保护工作。

综上，成果在三峡库区流域得到了推广应用，有效支撑了三峡库区水生态环境保护工作，有力推动了行业科学技术进步，取得了显著的社会和经济效益，对长江大保护有着重要的意义，具有广阔的应用前景。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、三峡大学、中国科学院重庆绿色智能技术研究院、长江水资源保护科学研究所

主要完成人员：王雨春、胡明明、李哲、牛凤霞、李姗泽、尹炜、包宇飞、肖尚斌、温洁、王启文、余杨、李昆、鲁伦慧、王忠军、刘佳

单位地址：北京市海淀区复兴路甲1号

联系电话：010-68781761

联系人：李姗泽

电子信箱：lishz@iwhr.com

成果名称：重大水利工程湿地生态保护关键技术研究与应用

任务来源：集成成果

计划编号：

成果针对重大水利工程影响下的湿地水文水环境状况变化、湿地生境和湿地动植物生长条件改变等现实问题，揭示了重大水利工程影响下水文水环境变化规律及湿地生态影响的主控因子，探明了典型水利工程对湿地生态的时空差异性影响，研发了面向水文节律变化的适应性水位调控和湿地生态修复技术，为湿地生态保护提供了技术支撑和应用示范。

主要成果及创新点如下：

1. 揭示了重大水利工程蓄、引、排、用等多功能叠加影响下的水文水环境变化规律及湿地生态影响的主控因子，探明了典型水利工程对湿地生态格局-过程-要素的时空差异性影响。
2. 针对典型水利工程水文节律变化引起的冬季滩涂出露面积减少、水生植物生长发育困难、候鸟适宜生态环境条件恶化等问题，研发了面向湿地生态环境和生物多样性等多目标保护的适应性水位优化调控技术。
3. 集成创新了“微地形改造-植物群落配置-动物资源恢复”相结合的湿地生态协同自适应预调控技术。

本成果已成功应用于三峡工程、引江济淮工程、华阳河蓄滞洪区等重大水利工程，成果应用广泛，为国家及地方水行政主管部门、生态环境主管部门、工程设计单位及建设单位的环境管理和生态环境保护设计提供了技术支撑，取得了显著的社会、经济、生态环境效益，推广应用前景广阔。

主要完成单位：长江水资源保护科学研究所

主要完成人员：李红清、闫峰陵、李志军、江波、王晓媛、杨寅群、成波、林国俊、毕雪、杨梦斐、朱秀迪、陈晓娟、田志福、蔡金洲、柳雅纯

单位地址：湖北省武汉市汉阳区琴台大道
515号

联系电话：13971294826

电子信箱：jbshuibao415@126.com

联系人：江波

成果名称：河流生态系统健康评价关键技术及其应用

任务来源：集成成果

计划编号：

成果针对河流生态系统健康评价问题，开展了深入系统的研究工作，提出了河流生态基流的估算方法，构建了河流生态系统健康评价的技术体系，建立了流域水生态分区、河流水生态系统驱动要素识别、河道生态基流估算与河流生态系统健康评价相关的关键技术，为我国河流生态系统健康评价提供了重要的科技支撑。

该成果主要创新点如下：

1. 基于水文、土壤、气候和生物四维指标体系建立了流域水生态一级、二级分区技术框架，并结合水生态功能特征，提出了城市水生态功能分区技术方法。辨识了河流不同水生生物群落结构特征与多个空间尺度人类活动关键压力因子的压力-响应关系，提出了量化水生生物群落对水环境压力因子的生态阈值方法。

2. 以生境模拟法为基础，运用水文学、水力学方法以及水量水质综合模拟技术，以多种关键水生生物保护为目标，结合关键物种的生境适宜性特征，建立了河道生态基流估算的理论框架，提出了基于河流生态保护目标的生态基流估算技术。

3. 基于着生藻类、底栖动物和鱼类，结合栖息地环境质量与生态完整性理论，构建了包含物理、化学、生物和生境的水生态系统完整性综合指标体系，提出了以生物完整性为核心，集成物理完整性、化学完整性与生境完整性的河流生态系统健康评价技术体系。

成果已在水利部信息中心、水利水电规划设计总院、长江水利委员会、黄河水利委员会水文局等 20 余家单位广泛应用，并在武汉大学、河海大学、四川大学等多所高等院校的教学与科研工作中应用，取得了显著的经济社会效益和生态环境效益。

综上，该成果理念先进，创新点突出，实用性强，推广应用前景广阔。

主要完成单位：北京师范大学、中国水利水电科学研究院、中国环境科学研究院、大连海洋大学、中国科学院地理科学与资源研究所、河南理工大学、北京市水文总站、济南大学、承德医学院

主要完成人员：徐宗学、彭文启、张远、殷旭旺、左德鹏、彭定志、庞博、刘星才、李艳利、王汨、黄振芳、渠晓东、武玮、刘麟菲、范俊韬

单位地址：北京市海淀区新街口外大街 19 号 **联系电话：**010-58801136
电子信箱：zxxu@bnu.edu.cn

联系人：左德鹏

成果名称：湖库富营养化水体移动式水质净化系统开发与应用

任务来源：集成成果

计划编号：

成果针对湖库富营养化水体原位治理，研发了微孔曝气、高性能吸附、微电流电解、碳纤维生物膜等适用于移动式运行的环境友好型水质净化关键技术，通过技术间的协同和集成，研制了移动式水质净化设备，并开展了技术示范应用。

该成果主要创新点如下：

1. 以废弃物选铜尾砂和果壳生物炭为原料，提出了除磷剂改性方法，制备了除磷剂功能吸附材料，可有效用于天然水体除磷净化，实现了废弃物的无害化处理和资源化利用。
2. 研发了针对蓝藻治理的微电流电解抑藻技术，探明了以钨钛为电极的微电流电解抑藻工作原理，确定了最佳工艺参数。
3. 阐明了湖库富营养化水体移动式水质净化系统的微孔曝气-高性能吸附-微电流电解等关键技术之间的协同作用机制及发生条件，研制了移动式水质净化设备，实现了对氮磷营养盐的协同高效处理。

成果已成功应用于武汉市后官湖、丹江口水库局部库湾等湖库的富营养化治理及水华防治，取得了显著的社会效益和生态环境效益，推动了行业科技进步，应用前景广阔。

主要完成单位：长江水利委员会长江科学院、南水北调中线水源有限责任公司、昆明市生态环境科学研究院、深圳市广汇源环境水务有限公司

主要完成人员：林莉、李青云、赵良元、汤显强、王振华、董磊、金海洋、王立、何佳、曹俊启、龙萌、刘敏

单位地址：武汉市江岸区黄浦大街 23 号

联系人：李鹏

联系电话：027-82829430

电子信箱：lp31580088@163.com

成果名称：水利工程对流域生态环境的影响机理与优化调控模式研究

任务来源：集成成果

计划编号：

针对淮河流域排污负荷控制、闸坝工程调度、生态修复等需求，开展了流域生态环境评价与分析，将水环境模型与遥感数据相融合，开发了淮河流域闸坝管理水量水质调度系统，提出了多闸坝水环境调度优化模式，为淮河流域水污染防治工作提供了技术支撑。

该成果主要创新点如下：

1. 将二维水动力模型作为应用程序扩展，建立 GIS 河流网络系统上的水力学应用模块，实现了水力学模型和 GIS 数据模型的无缝链接，提高了复杂河网系统水动力水环境的模拟效率与稳定性。

2. 建立了 MODIS 遥感数据反演模型与常规水环境监测相结合的流域水环境监测体系，并与二维水动力模型融合，实现了污染团快速模拟与实时追踪，提出了面向干支流污染团错峰的多闸坝优化调控模式。

3. 开发了基于 GIS 的“淮河多流域闸坝管理水量水质联合调度系统”。系统操作简便、适应性强，可服务于淮河流域水污染联防联控调度，能为流域水污染防治工作提供技术支撑。

研究成果在淮河水污染联防联控调度工作中取得了显著的社会、经济和环境效益，解决了多闸坝复杂河网系统水量水质联合调度中的关键性问题，为流域水污染防治和闸坝生态调度提供了理论和技术方法。成果可以应用于其他流域由水库、闸坝、湖泊和干支流形成的复杂河网系统的水利工程水量水质调度和生态调度，应用前景广阔。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院

主要完成人员：蒋艳、杨青瑞、骆辉煌、冯顺新、黄智华、栾震宇、赵长森、张永勇、王宁、莫晶

单位地址：北京市海淀区复兴路甲 1 号

联系人：徐静

联系电话：010-68786006

电子信箱：jiangyan@iwhr.com

成果名称：河流连续体多维生态系统修复关键技术研究及应用

任务来源：集成成果

计划编号：

成果针对河流筑坝开发、河岸筑堤硬化以及河床干涸断流引起的河流物理—生物—生态功能的连续性破坏问题，基于河流连续体概念与四维模型，构建了纵向、横向、垂向及时间尺度的多维生态系统修复方案，研发了3类6项关键技术，为河流多维生态系统修复与实践应用提供了有力的科技支撑。

该成果主要创新点如下：

1. 构建了基于河流连续体的多维生态系统修复技术体系，提出了鱼类洄游通道构建及增殖放流、河床及水陆交错带生态系统修复、河流补水生态调控及生态减渗等6项关键技术。
2. 构建了基于鱼类行为特征的我国首座河口河网湿地区域的仿自然通道技术，提出了基于特定珍稀物种的驯养—培育—繁殖—孵化—放流—评估的成套技术。
3. 研发了河流水电开发情况下鱼类栖息生境修复的成套技术，形成了基于水生动物及微生境的河床修复、基于景观安全格局的生态护岸以及河流岸线生态化和植被群落构建等技术。
4. 研发了基于生态调控的滨水人工湿地构建技术，发明了提高河道生态功能的生态减渗技术，并提出了相应的施工工艺与质量控制方案。

研究成果已成功应用于我国大渡河下游、丽水瓯江、深圳茅洲河等典型水电开发区和水环境综合治理区，并推广应用于国内外其他水电和水环境治理项目中，生态环境和社会经济等综合效益显著，具有广阔的推广应用前景。

主要完成单位：中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司、中国水利水电科学研究院

主要完成人员：魏俊、施家月、赵进勇、陶如钧、程开宇、唐颖栋、楼少华、郑亨、欧阳丽、吕丰锦、黄滨、邱辉、陈奋飞、王旭航、黄森军

单位地址：浙江省杭州市余杭区高教路 联系电话：0571-56628820

201号

电子信箱：zhang_l4@ecidi.com

联系人：张磊

成果名称：促进重要鱼类自然繁殖的长江上游梯级水库生态调度研究与应用

任务来源：集成成果

计划编号：

项目以长江上游梯级水库及调度影响的重要鱼类为研究对象，融合鱼类生态学、水文水动力学、水声学等多学科理论与方法，开展了长期的观测与试验，揭示了重要鱼类自然繁殖对关键水文参数响应规律及其需求阈值，建立了生态调度目标对象的优先等级评估体系，研发了促进重要鱼类自然繁殖的长江上游梯级水库生态调度全链条技术，成果对长江生态保护有重要的价值和意义。

该成果主要创新点如下：

1. 提出了新的推求江河产漂流性卵、产粘沉性卵鱼类产卵场位置方法；全面系统揭示了长江梯级水库运行前后上游干流产漂流性卵、产粘沉性卵鱼类自然繁殖生态特征；量化了目标鱼类自然繁殖的关键水文参数。

2. 首次编制完成了促进不同产卵习性鱼类自然繁殖的流域梯级水库生态调度方案；创建了梯级水库生态调度目标对象确定方法及其优先等级评估指标体系；提出了满足鱼类繁殖对水温、水量和脉冲过程需求，并考虑区间支流来水改善干流高流量脉冲过程的梯级水库群自适应生态调控方法和成套技术。

3. 构建了促进产漂流性卵、产粘沉性卵鱼类自然繁殖的水库生态调度试验效果的“水文过程-生境-生物”全要素同步监测成套方法和评估体系，研发了基于试验效果反馈的水库生态调度方案优化技术。

该成果技术难度大、应用性强，具有原创性，在长江流域 10 余个大型水工程调度运行中得到了成功的应用和推广，取得了显著的生态和社会经济效益，为长江鱼类资源保护提供了关键技术，有力地支撑了长江流域水工程联合调度运行规程和三峡调度规程的编制及实施，对促进行业技术进步具有重要作用，有广阔的推广应用前景。

主要完成单位：水利部中国科学院水工程生态研究所、中国长江三峡集团有限公司中华鲟研究所、长江水利委员会水文局、长江科学院

主要完成人员：李键庸、李德旺、陶江平、熊明、徐薇、陈磊、杨志、尹正杰、朱迪、宁磊、唐会元、徐长江、易燃、姜伟、杨春花

单位地址：湖北省武汉市洪山区雄楚大街 578 号 **联系电话：**027-82926587

电子信箱：54231622@qq.com

联系人：张原圆

成果名称：长三角河湖水源地水质安全保障理论技术及应用

任务来源：集成成果

计划编号：

项目针对长三角河湖水源地水质现状特征和关键问题，重点研究了水源地水质安全保障技术，并广泛开展了技术的工程应用，在河湖水源地污染负荷来源解析与风险源识别方法、水源地水质复合污染形成机理认知、水源地水质风险模拟和预测预警平台、面向水源地水质提升与生态修复的材料和装置等方面取得了突出成果。

该成果主要创新点如下：

1. 构建了缺资料地区典型抗生素入河入湖负荷估算方法：建立了流域抗生素排放调查清单法，解决了缺资料地区典型抗生素排放量估算的难题；揭示了基于水土界面吸附动力学与径流水动力学对抗生素环境行为及多介质归趋的影响机制，突破了缺资料地区抗生素入河入湖通量估算的瓶颈。

2. 建立了典型抗生素与微囊藻毒素对水源地水质复合风险预测预警模型：建立了水源地氮磷和典型抗生素负荷来源精准解析方法，量化了微囊藻毒素环境归趋特征以及在水生食物链中的富集效应，揭示了不同形态氮磷及其浓度、典型抗生素浓度对蓝藻生消与微囊藻毒素产生及释放的分子生物学作用机制，阐明了典型抗生素和微囊藻毒素对水源地的复合生态风险，建立了生态风险多模式集合预测预警模型，解决了水源地水质风险管控缺乏抓手的难题。

3. 研发了原位同步削减氮、磷营养盐和抗生素技术：研制了水源地分散型小点源氮磷负荷就地处理一体化装置、难降解有机物和典型抗生素源头削减的高效光催化旋流反应装置、磷协同有机质回收与资源化利用的改性水滑石新材料、高藻水体避藻取水技术与装置，实现了氮、磷和典型抗生素等关键污染物原位同步治理，解决了水华期安全取水的技术难题。

研究成果已应用于长江江苏段、太湖、洪泽湖等河湖水源地水质安全保障和水环境治理中，社会经济效益显著。

主要完成单位：水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、河海大学、江苏世邦生物工程有限公司

主要完成人员：陈求稳、张建云、王智源、王国庆、陈诚、严晗璐、陈宇琛、谢悦波、姚竣耀、林育青、何梦男、莫康乐、余居华、冯然然、张琦

单位地址：江苏省南京市鼓楼区虎踞关 34 号 **联系电话：**025-85828956
电子信箱：lmhu@nhri.cn

联系人：胡柳明

16

引江济淮工程渣土制作生态砖技术

成果名称：引江济淮工程渣土制作生态砖技术

任务来源：集成成果

计划编号：

该项目针对引江济淮工程渣土的资源化利用问题，开展了室内固化试验研究，揭示了工程渣土高强度固化规律，建立了固化土强度预测模型，自主研发了利用工程渣土制作高强度生态砖的固化剂配方，研制的人工固化块体强度可达 25MPa 以上。

该成果主要创新点如下：

1. 基于引江济淮工程渣土、固化材料的物理化学特性，试验揭示了引江济淮工程渣土高强度固化规律，构建了工程渣土固化强度预测模型。
2. 自主研发了利用工程渣土制作高强度生态砖的固化剂配方，形成了人工生态块体制作技术，丰富了工程渣土资源化利用技术手段。
3. 采用引江济淮工程渣土，研制了强度可达 25MPa 的人工生态块体产品，并在引江济淮、长江航道整治等工程中得到成功应用。

该成果经济效益和社会效益显著，推广应用前景广阔。

主要完成单位：交通运输部天津水运工程科学研究所、安徽省引江济淮生态发展有限公司、安徽省引江济淮集团有限公司

主要完成人员：刘晓强、向海兵、柴海涛、裴文斌、吕强、杨立功、甘旭东、王欢、童志远、赵跃、钟明、晋亚斐、孟毅、恽亦凡、李倩倩

单位地址：天津市滨海新区新港二号路 2618 号 联系电话：18502605790
电子邮箱：tks_liu@163.com

联系人：赵跃

成果名称：茅洲河水环境治理关键技术研究与应用

任务来源：集成成果

计划编号：

项目依托茅洲河流域水环境综合整治工程，针对茅洲河污染面广、内源污染严重、重金属含量高、污染组分复杂、水环境容量和水动力不足等问题，创新性地提出了适用于高密度建成区、感潮河段水环境治理的技术体系，突破底泥资源化关键技术，实现了技术集成和工程应用。

主要研究成果及创新点如下：

1. 构建了高密度建成区、感潮河段水环境治理技术体系。结合茅洲河特点，研究了不同水文条件和流域下垫面条件下城市感潮河流水文水质水动力变化过程之间的相互影响关系，揭示了城市感潮河流域水体污染物迁移转化规律，建立了流域水文水质水动力模型，形成了包括控源截污、内源削减、活水增容等方面的水环境治理技术体系。

2. 研发了河道污染底泥工厂化处理处置关键技术及成套设备。针对大规模、多组分的重污染河道底泥的清淤和处理处置难题，开发了快速脱水固化处理药剂、重金属钝化技术等底泥的无害化、资源化处理技术，形成了全套污染底泥处理处置工艺体系及设备。

3. 集成三维激光扫描、车载式 CCTV 等先进技术，研发了适用于暗涵、暗渠隐患排查的智能检测机器人、清淤机器人，创新利用“声呐加电法测漏”的方式，解决了城市排水管网满水管段功能性检测、诊断的难题。

4. 建立了茅洲河水环境治理工程管控平台。针对项目点多面广、管控难度大的特点，以及水环境治理工程设计、施工和运维全生命周期过程管控的需要，结合物联网、GIS+BIM 等现代信息技术，研发涵盖城市河流水文水质监测与预警、施工现场视频监控、施工进度控制、工程安全和应急管理功能的工程管控信息平台，实现了工程建设网格化和水情水质实时监控管理。

该项目通过技术创新和集成，并很好地应用于工程实践，解决了茅洲河水环境治理的关键技术难题，取得了显著的经济、社会与环境效益，并应用于深圳龙岗河、观澜河、东莞石马河等多个流域综合治理工程，具有较好的城市河流水环境治理推广应用前景。

主要完成单位：中电建生态环境集团有限公司、武汉大学、中国环境科学研究院、中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司、中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司

主要完成人员：王民浩、孔德安、陈惠明、陶明、赵新民、陈士强、彭虹、张依章、唐颖栋、高徐军、翟德勤、杨立、辜晓原、王正发、吴基昌

单位地址：广东省深圳市宝安区新安街道 联系电话：0755-85906023

海滨社区宝兴路 6 号海纳百川 电子信箱：lijb-shj@powerchina.cn

大厦 A 座

联系人：李金波

基于相位型表面等离子体共振传感技术的微囊藻毒素检测仪研发及应用

成果名称：基于相位型表面等离子体共振传感技术的微囊藻毒素检测仪研发及应用

任务来源：集成成果

计划编号：

成果针对现有微囊藻毒素检测设备原位监测难、便携性能差、价格昂贵等问题，开发了微囊藻毒素原位检测关键技术及便携式仪器，实现了微囊藻毒素-LR 的特异性检测，完成了该设备的性能评估，并进行了应用示范。

主要成果及创新点如下：

1. 开发了基于分子印迹膜的微囊藻毒素-LR 特异性捕获关键技术，实现了分子印迹膜的循环使用。
2. 开发了相位型表面等离子体共振传感系统和微囊藻毒素检测设备，性能良好，实现了对微囊藻毒素-LR 的监测。
3. 仪器具有便携、灵敏、易维护等特点，可在线使用。

该仪器已经成功应用于海口、庆阳和玉溪等多地的城市水质检测工作，取得了较为显著的社会、经济、生态效益，具有推广应用前景。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、中国科学院重庆绿色智能技术研究院、武汉新烽光电股份有限公司

主要完成人员：张永生、黄昱、李海英、武治国、彭文启、刘晓波、任家盈、吴雷祥、曹海燕、汤冬云、周久、张春萍

单位地址：北京市海淀区复兴路甲1号

联系电话：13637856627

联系人：黄昱

电子信箱：yszsunny@163.com

基于暗视场成像与图像识别技术的藻细胞检测仪研发及应用

成果名称：基于暗视场成像与图像识别技术的藻细胞检测仪研发及应用

任务来源：集成成果

计划编号：

成果针对市场缺乏在线识别藻细胞数量设备的现状，开发了一种便携式藻细胞观测仪器，该仪器具备识别藻细胞数量、野外自动运行的特点，完成了该仪器的使用性能评估，并进行了工程应用与示范。

主要成果及创新点如下：

1. 开发了暗视场显微成像系统，提高了目标对比度，易于藻细胞成像。
2. 开发了针对藻细胞尺寸的识别算法，可精确识别藻细胞个数。
3. 开发的藻细胞观测设备可对 $1 \times 10^4 \text{ cell/L} \sim 1 \times 10^{11} \text{ cell/L}$ 范围内的藻细胞进行精确识别，识别误差可控制在 $\pm 10\%$ 。

该成果已经成功应用于海口、庆阳和镇江等多地的城市水质监测工程，对当地的水质监测和水环境保护作出了贡献，取得了较好的社会、经济、生态效益，有广阔的推广应用前景。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、中国科学院重庆绿色智能技术研究院、武汉新烽光电股份有限公司

主要完成人员：张永生、黄昱、李海英、武治国、彭文启、刘晓波、任家盈、赵永茂、汤冬云、徐泽宇、周久、陈银

单位地址：北京市海淀区复兴路甲1号

联系电话：13637856627

联系人：黄昱

电子信箱：yszsunny@163.com

成果名称：基于液态发光菌关键技术的水质综合毒性检测仪研发及应用

任务来源：集成成果

计划编号：

成果针对现有水质综合毒性检测缺乏浮标固定式原位监测仪器、在线运维成本高的问题，开展了发光菌冻干粉复苏/保存技术和发光菌荧光检测技术的研究，开发了便携式水质综合毒性检测关键技术及仪器，完成了该仪器的性能评估，并进行了工程应用与示范。

主要成果及创新点如下：

1. 开发了基于双温度控制的发光菌长时间保存技术，延长了发光菌在仪器内的保存时间以及更换周期。
2. 研发了基于双光电荧光检测的便携式生物综合毒性检测仪器，经第三方评估，仪器性能达到预期指标。
3. 仪器具有快速、灵敏、便携和运维成本低等特点，可在线使用和推广应用。

该仪器已经成功应用于海口、庆阳和武汉等多地的城市水质检测工程，对当地的水质检测和水环境保护作出了重要贡献，取得了较好的社会、经济、生态效益。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、中国科学院重庆绿色智能技术研究院、武汉新烽光电股份有限公司

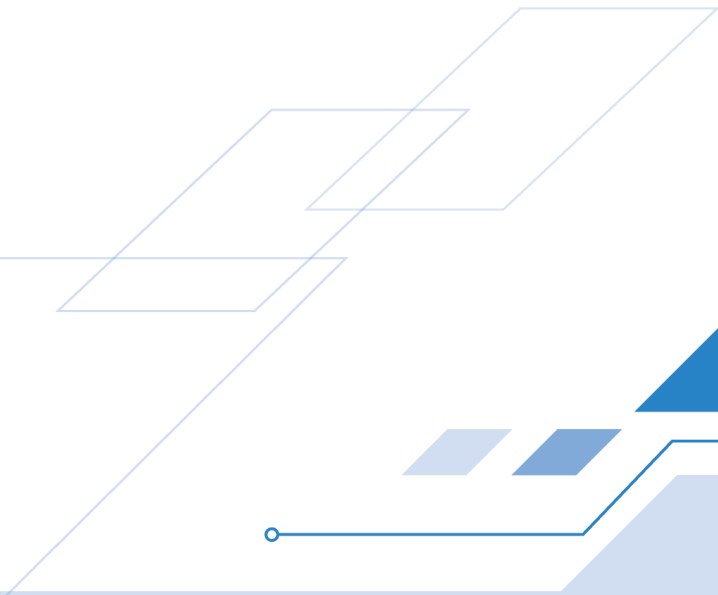
主要完成人员：张永生、黄昱、李海英、周久、彭文启、刘晓波、曹海燕、汤冬云、赵永茂、蔚辉、武治国、张春萍

单位地址：北京市海淀区复兴路甲1号

联系电话：13637856627

联系人：黄昱

电子信箱：yszsunny@163.com



水利工程建设与运行



1

复杂条件下特高土石坝建设与长期安全保障关键技术

成果名称：复杂条件下特高土石坝建设与长期安全保障关键技术

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2017YFC0404800

项目从基础与应用基础、应用技术研发、集成示范与推广三个层面进行全链条设计，以特高土石坝建设与长期安全保障关键技术需求为导向，围绕复杂条件下特高土石坝服役性能与时空演化、复杂条件下特高土石坝灾变机制与发展规律两大科学问题，从粗粒料工程性质多尺度试验和本构理论、复杂条件下特高土石坝变形破坏机制与计算理论、特高土石坝防渗系统服役性能演化规律与模拟理论、深厚覆盖层上特高土石坝建设与安全保障技术、300m 级特高土石坝建设与安全保障技术等方面开展了系统的研究工作。

该项目取得创新成果如下：

1. 研发了特高土石坝粗粒土多尺度试验技术，正确揭示了复杂条件下粗粒土变形和渗透特性及其演化规律。
2. 建立了正确反映特高土石坝变形破坏机理的模拟理论，大幅提高了高土石坝变形破坏过程的预测精度，为采取科学有效的安全控制措施提供了可靠依据。
3. 构建了复杂条件下特高土石坝变形和渗流灾变防控技术体系。
4. 基于全国大型水库大坝安全监测监督平台，构建了特高土石坝长期安全保障决策支持系统。

成果已成功应用于新疆大石峡面板砂砾石坝（国内外在建最高面板坝）、西藏 RM 心墙堆石坝（国内外在建最高心墙坝）、新疆阿尔塔什面板堆石坝（百米级覆盖层上最高面板坝）和河南小浪底斜心墙堆石坝（百米级覆盖层上最高斜心墙坝）等标志性高土石坝工程，显著提升了我国 200m 以上特高土石坝建设和长期安全保障水平。

该项目经济效益和社会效益非常显著。特高土石坝灾变防控以及安全风险评价与预警预报等关键技术均是提高大坝长期安全性、防范或降低潜在风险的必要保障手段。项目成果为提升复杂条件下特高土石坝建设和安全保障水平，有效降低特高土石坝重大灾变风险提供了重要的理论和技术支撑，并可节约大量投资。以大石峡水利枢纽工程为例，最终采用的面板砂砾石坝方案较之于可行性研究阶段推荐的混凝土重力拱坝方案可节省 24.1 亿元建设资金，最终采用的右岸古河床砂卵石层浅层（ $<5\text{m}$ ）开挖方案较之原定的全开挖方案可节省 1 亿元建设资金。

主要完成单位：水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、武汉大学、清华大学、中国水利水电科学研究院、长江勘测规划设计研究有限责任公司、水利部水利水电规划设计总院、长江水利委员会长江科学院、中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司、河海大学、黑龙江省水利科学研究院

主要完成人员：陈生水、周伟、张丙印、邓刚、熊泽斌、关志诚、傅中志、钟启明、朱俊高、程展林、刘斯宏、石北啸、苗喆、张守杰、姚栓喜等

单位地址：南京市鼓楼区广州路 223 号

联系电话：025-85829531

联系人：傅中志

电子信箱：zzfu@nhri.cn

2

300m 级特高坝抗震安全评价与控制关键技术

成果名称：300m 级特高坝抗震安全评价与控制关键技术

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2017YFC0404900

项目围绕 300m 级特高坝抗震安全评价与控制关键技术开展研究，开展了坝址地震动输入、筑坝材料动态特性机理、强震作用下特高坝多耦合体系损伤演化机理及安全评价准则等基础理论研究；建立了特高坝防止重大地震灾变定量安全评价准则；提出了“互联网+强震监测技术”和安全预警方案。总体上研究构建了抗震安全风险评估体系与震灾防御技术，为实现我国西南、西北地震高烈度区的 300m 级特高坝在最大可信地震作用下不溃坝的战略目标提供支撑保障，为特高坝抗震设计规范补充关键条文提供技术支撑。

该项目取得创新成果如下：

1. 基础理论方面。构建了更接近拉压转换时真实状况的混凝土本构模型以及考虑缩尺效应的筑坝堆石料广义塑性模型。

2. 技术研发方面。编制了我国首部《场址最大可信地震动评估导则——随机有限断层法》；提出了判别水库地震的量化指标；研制了国内首台超大型三轴测试系统，形成了超大三轴试验规程；实现了全级配混凝土拉-压交变循环的静动态损伤全过程试验，填补了全级配混凝土动态试验的空白；揭示了水化硅酸钙抗拉强度应变率效应形成机理；开发了十亿级自由度全级配混凝土受力破坏全过程模拟软件；研发了具有完全自主知识产权的特高坝多耦合系统抗震分析高性能大规模云计算软件，提出了量化的不溃坝指标；模型试验揭示了特高坝在地震作用下的破坏机理，验证了数值模拟的可靠性和抗震措施的效果。

3. 集成应用方面。系统形成了特高坝易损性分析、强震监测、应急抢险的特高坝安全控制关键技术。

研发的技术在溪洛渡、白鹤滩、如美等特高坝上进行了示范应用。300m 级特高坝工程投资成本很高，但发电装机容量大，产生的发电经济效益巨大。该项目研究形成了一系列保障 300m 级特高坝抗震安全的新理论、新方法、新技术，以及抗震安全防御体系等系统关键技术和技术体系，可以对西部高坝的抗震安全运行提供技术保障，保障 300m 级特高坝工程抗震安全。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、中国地震局地球物理研究所、河海大学、大连理工大学、中国三峡建设管理有限公司、中国科学院大学、水利部水利水电规划设计总院、水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、长江勘测规划设计研究院、中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司

主要完成人员：胡晓、陈厚群、孔宪京、俞瑞芳、周继凯、涂劲、邹德高、赵剑明、樊义林、许亮华、常廷改、李春雷、张燎军、杨玉生、任大春等

单位地址：北京市海淀区车公庄西路 20 号

联系电话：010-68786505

联系人：许亮华

电子信箱：shepherd2008@126.com

3

长江上游梯级水库群多目标联合调度技术

成果名称：长江上游梯级水库群多目标联合调度技术

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2016YFC0402200

项目以长江上游溪洛渡、三峡等 30 座控制性水库为研究对象，针对梯级水库多目标联合调度领域的防洪、发电、供水、生态、应急、风险分析等调度关键技术瓶颈开展了系统深入研究，攻克了防洪、发电、供水、生态、应急等综合调度关键技术瓶颈，提出了具有一定普适性和自主知识产权的流域巨型水库群多目标调度的整套方案和技术体系，开发了“全周期-自适应-嵌套式”的水库群多目标综合调度系统平台，并在金沙江下游和三峡梯级进行智能调度应用示范，有效促进了长江经济带可持续发展，深入落实了长江大保护方针和提升了流域综合管理水平。

该项目取得创新成果如下：

1. 构建了长河系、多尺度、多阻断水库群水文预报体系，提高了预报精度，延长了预见期。
2. 提出了面向多区域防洪的水库群主次定位-库容解构-区域关联-调控映射协同调度策略，构建了具有“时-空-量-序-效”多维度属性的水库群多区域协同防洪调度模型。
3. 研发了面向多维用水需求的梯级水库供水调度技术，建立了水库群蓄水、发电“流域协同调度，分区分级优化”控制方法，提出了重要水生生物保护和水量水质应急调度的水库群生态调度策略。
4. 建立了适应水库群汛前消落-汛期防洪-汛末蓄水-汛后兴利调度时段连续演化、调度目标衔接转换、效益风险分解融合的“全周期-自适应-嵌套式”水库群多目标协同调度成套技术体系。

项目编制《2020 年度长江流域水工程联合调度运用计划》（水防〔2020〕124 号）、《2021 年长江流域水工程联合调度运用计划》（水防〔2021〕193 号）、《三峡（正常运行期）-葛洲坝水利枢纽梯级调度规程（2019 年修订版）》（水三峡〔2020〕135 号）等水利部批复的指导性文件，显著提升了我国巨型水库群规划、设计、科研及运行管理水平。成果引领国内外大江大河复杂水库群多目标联合调度技术，具有重要的科学价值和广阔的应用前景。

在近年的梯级水库调度中，项目成果对保障流域水安全、修复水生态、改善水环境发挥了巨大效用。全面支撑长江流域洪水防御，应对 2020 年流域性大洪水减少洪水淹没面积约 235km²、受灾人口约 70 万人，避免 60 余万人转移和 49.3 万亩耕地、10 万亩水产养殖田（塘）被淹没；枯水期增加中下游主要控制断面平均流量 900m³/s，2019 年和 2020 年分别为下游增加供水量 370 亿 m³ 和 390 亿 m³；指导生态调度试验，显著增加四大家鱼繁殖规模，如 2018 年沙市断面繁殖规模近 1 亿粒；显著增加梯级水电站发电量，如金沙江下游-三峡梯级 2017—2019 年增发电量约 5%。项目经济社会效益和生态环境效益显著。

主要完成单位：长江勘测规划设计研究有限责任公司、武汉大学、华中科技大学、长江水利委员会水文局、中国长江三峡集团有限公司、长江水利委员会长江科学院、水利部中国科学院水工程生态研究所、水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、中国水利水电科学研究院

主要完成人员：仲志余、胡向阳、郭生练、周建中、王俊、曹光荣、李清清、熊文、陈炼钢、雷晓辉等

单位地址：武汉市解放大道 1863 号

联系电话：13407195674

联系人：王学敏

电子信箱：wang_xuemin@foxmail.com

4

高寒区长距离供水工程能力提升与安全保障技术

成果名称：高寒区长距离供水工程能力提升与安全保障技术

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2017YFC0405100

项目从水资源高效利用的重大需求出发，历时 3 年 6 个月，依托北疆大型供水渠道抗冻升级改造工程，破解了复杂环境作用下高寒区长距离供水渠道劣化演变规律重大技术难题，在高寒区长距离供水渠道抗冻升级改造技术与装备、渠道低温运行控制技术、渠道安全监测与健康诊断技术、高寒区渠道输水险情风险防控技术等方面取得多项创新突破，成果荣获 2019 年度新疆维吾尔自治区一等奖 1 项、中国大坝工程学会科技进步奖特等奖 1 项。

该项目取得创新成果如下：

1. 揭示了高寒区渠道劣化机理。首次揭示了高寒区渠道“湿-干-冻-融”循环作用下的强度衰减与结构损伤双重互馈破坏机制，建立了渠系水-热-力多场耦合数值分析模型与软件平台，研制了国内外首台渠道劣化过程超重力模拟试验系统，提出了“冻融适变+水力最优”的渠道断面结构形式和抗冻设计方法。

2. 提出了高寒区渠道抗冻改造技术。自主研制了混凝土塑性制缝机、混凝土平曲表面成型机等梯形渠道抗冻改造关键设备，建立了渠道渗漏水纵横立体防排与阻滑体系，发明了渠道升级改造新旧防渗膜热熔胶粘接+焊接技术。

3. 提出了渠道低温运行控制技术。创建了冰期水力控制数字渠道仿真系统，研发了集渠水漂浮太阳毯增温保温、渠基碎石桩辅热、渠道衬砌板集肤加热于一体的渠道局部融冰技术，开发了满足高寒环境与承载要求的渠道复合保温盖板。

4. 形成了高寒区渠道安全保障和风险防控技术。集成创新了高寒区渠道车载智能无损健康检测系统，研发了高寒区渠道全天候无人值守安全监测系统和预警预报云平台，开发了基于 BIM 技术和无人机自动识别的高寒区渠道险情应急巡检系统，构建了高寒荒漠区长距离供水渠道突发险情应急调度与管理平台。

项目有关成果已在北疆大型供水工程中成功应用，升级改造渠道 134km，使渠道抗冻能力提升 60% 以上，每年可延长供水期一个月，供水效率提升了 25% 以上，仅北疆供水工程近三年内产生直接经济效益 43.2 亿元，社会效益和经济效益显著。

主要完成单位：水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院，中国科学院西北生态环境资源研究院、新疆额尔齐斯河流域开发工程建设管理局，西北农林科技大学、新疆水利水电科学研究院、中国水利水电科学研究院、天津大学、黄河水利科学研究院、黄河勘测规划设计研究院有限公司、山东中博重工机械有限公司

主要完成人员：蔡正银、邓铭江、马巍、石泉、王正中、何建村、甘治国、高长胜、刘东海、苏珊、张晨、王怀义、黄英豪、王羿、朱洵

单位地址：南京市鼓楼区广州路 223 号

联系电话：13585203862

联系人：张晨

电子信箱：czhang@nhri.cn

成果名称：水利工程环境安全保障及泄洪消能技术研究

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2016YFC0401700

项目围绕保障水利工程环境安全的技术需求，在深入研究水利工程主要环境影响产生机制、泄洪消能系统的环境响应机理等科学问题的基础上，重点突破库区水质、下泄低温水和 TDG、环境流量、泄洪消能等关键问题；系统形成了一套缓解水利工程环境问题、保障水利工程环境安全的技术体系，研发研制了多项装备和装置。

该项目取得创新成果如下：

1. 项目根据水利工程环境影响分区，结合主要环境问题的产生与发展位置，创新性地提出以枢纽为中心，衔接库区与下游的 3 大板块（库区水环境安全保障、枢纽泄洪环境安全保障、下游环境安全保障）、10 个课题的研究体系与内容设置。

2. 针对水利水电工程运行期间水库库区出现的泥沙淤积形成污染底泥累积、水库分层引起的水体水质恶化、河道型水库的富营养化和水华等问题，开展了 14 项机理、技术与装置的研究与研发工作，初步形成了包含河道型水库富营养化机理与综合调控技术、大型水库分层的水质响应及影响缓解技术、深水水库沉积物污染特性与基底修复技术的库区“表中底-三位一体”水环境综合治理技术。

3. 针对水利水电工程运行期间，坝身区通常会出现的泄洪震动诱发低频声波、低温水下泄、雾化、空蚀空化等环境问题，开展了 18 项机理、技术与方法的研究与研发工作，形成了以深水水库低温水影响控制技术与装备、泄洪诱发场地震动和低频声波机理及环境危害防控技术、低环境影响度的泄洪消能技术、泄洪消能雾化对周边环境的影响及缓解技术为主体的坝身区环境低影响泄洪消能集成技术。

4. 针对水利水电工程运行期间下游河道出现的过饱和气、环境流量不足及泄洪消能环境影响综合评价方法和技术欠缺等问题，开展了 13 项机理、技术与方法的研发工作，创造性地提出了包含水利工程环境流量配置与保障关键技术、泄水过饱和气体形成机制与消减技术、泄洪消能环境影响综合评价方法及技术的下游水环境减缓技术与综合评估体系。

通过本项目的研究，提出了多项有效减缓大型水库工程的环境影响的技术与装备，并分别选取了大黑汀水库、高坝洲水库、满天星水库、七里峡库湾、郭家坝码头、溪洛渡水电站、向家坝水电站等典型水利工程开展技术应用示范，为我国高坝大型水库的安全运行、水环境保护和水资源高效利用提供了技术支撑。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、河海大学、天津大学、四川大学、湖北工业大学、水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、中国长江三峡集团公司、长江水利委员会长江科学院、长江勘测规划设计研究有限责任公司、华北电力大学等

主要完成人员：刘之平、刘晓波、赵以军、钱进、韩昌海、马斌、张东、孙双科、张建民、侯俊、李克锋、黄伟、李广宁、王卓微、刘畅等

单位地址：北京市海淀区复兴路甲 1 号

联系电话：010-68781733

联系人：黄伟

电子信箱：huangwei@iwhr.com

6

水利工程环境流量配置与保障关键技术研究

成果名称：水利工程环境流量配置与保障关键技术研究

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2016YFC0401709

项目以我国水利水电开发背景条件下形成的减脱水河段为研究对象，以典型功能性指标（有机质降解速率和新陈代谢速率）为河流健康评价指标，采用原型观测或者实验手段，构建了水文-生态量化响应关系，得出了满足河流生态系统不同健康水平条件的生态流量。

该项目取得创新成果如下：

1. 揭示了西南典型河流环境流量与典型鱼类、藻类、微生物群落之间的定量响应关系，提出了典型鱼类不同类型栖息地生态水文水力特征指标，构建了河流环境流量与生态要素之间的概念性生态模型，形成了环境流量计算方法适用性评估技术。

2. 建立了满足鱼类上溯需求的河流连通生境河长数学模型，提出了漂流性鱼卵孵化临界河长的定义和计算方法，以雅砻江圆口铜鱼为对象，研究获得了梯级电站调度条件下鱼类产卵期环境流量过程，形成了开发河段保护目标生境、维持河长与流量过程保障关键技术。

3. 构建了水利工程影响下的减脱水河段生态系统健康评价指标体系，揭示了水动力波动和干湿交替下减脱水河段微生物群落结构和功能的响应特征，形成了基于有机质代谢速率、微生物碳代谢速率的减脱水河段环境流量评估技术，提出了低流量情况下的生境修复与环境流量保障关键技术。

4. 从水生生态需水、湿地需水和景观需水等方面综合确定了雅鲁藏布江下游梯级开发中各河段的环境流量配置，构建了水利工程多目标调度模型并获得了适用于藏木水库的生态调度方案，确定了雅江环境流量适应性管理过程方案，提出了水利工程对流量要素影响及环境流量保障技术。

课题成果在雅鲁藏布江、雅砻江、金沙江相关的水利工程规划建设与运行管理中应用，为河流环境流量配置与保障提供了技术支撑。成果理论研究、技术研发原创性突出，具有较高的理论价值与工程指导意义。

主要完成单位：河海大学、中国水利水电科学研究院、四川大学

主要完成人员：侯俊、黄伟、李永、苗令占、吴宝海、刘兴平、夏俊、邹晓雯、尤国祥

单位地址：江苏省南京市西康路1号

联系电话：025-83786696

联系人：侯俊

电子信箱：hjj_hj@hhu.edu.cn

超长顶管施工输水岩石隧洞关键技术及应用

成果名称：超长顶管施工输水岩石隧洞关键技术及应用

任务来源：重庆市技术创新与应用示范专项民生类重点研发项目

计划编号：cstc2018jscx - mszdX0071

针对超长输水岩石隧洞工程地质条件复杂、安全风险高、环保要求高、工期紧等特点，进行了输水隧洞顶管设备选型及适应性改进，管节接头及润滑减阻设计，管节裂缝、预制及安装质量管控，复杂地质条件下顶进施工工艺、卡管脱困处理研究，中继站优化布置及安全监测等技术开发，形成了一套超长岩石隧洞顶管施工综合技术成果。

该成果主要创新点如下：

1. 首次提出了可折叠刀盘、可变径盾体、可回退的新型顶管机设计方案，形成了长距离隧洞顶管回退施工关键技术，提高了顶管设备的利用率，创新了单洞 3224m 岩石顶管施工纪录。
2. 建立了岩石顶管管节-围岩力学接触模型，揭示了长距离岩石顶管卡管机理，首创了复杂地质环境下卡管定位、开孔清渣、应急处置措施及临时中继站安装等卡管脱困处置技术。
3. 开展了大断面混凝土管节在不同地质条件下的受力特征研究，创建了在软弱破碎带、溶洞及富水断层等不良地层中的顶管施工工艺，突破了顶管机长距离穿越复杂地层的技术瓶颈。

成果创新性强，技术先进，已在重庆市观景口水利枢纽工程中得到了成功应用，共完成了 16.32km 的隧洞施工，缩短了工期、降低了安全风险、节约了投资，取得了显著的经济、社会与生态环境效益。

研究成果在顶管机回退技术等方面具有原创性，填补了我国长距离岩石顶管工程技术的空白，推广应用前景广阔。

主要完成单位：重庆市观景口水利开发有限公司、重庆大学、中铁十八局集团有限公司、中水北方勘测设计研究有限公司、海瑞克股份公司

主要完成人员：张绍炜、刘新荣、杨庆辉、李启文、钟祖良、吴正桥、赵彦春、王永生、黄军、张新彬、付圣尧、唐上丁、李超、白继军、邓志云等

单位地址：重庆市南岸区江峡路 1 号新天泽国际总部城 A6 栋 4 单元
联系电话：17784081853
电子信箱：335692164@qq.com

联系人：唐上丁

成果名称：生态友好型水润滑滑动轴承研发与应用

任务来源：广州市创业领军人才百人计划项目

计划编号：LCY201309

该项目针对水利水电设备传统轴承存在的结构复杂、易磨损、易腐蚀、油污染、大修周期短、维护成本高等缺点，从材料和结构设计入手，成功研发介质水自润滑的生态友好型滑动轴承，获授权发明专利 2 件。

项目成果的关键技术及创新点如下：

1. 研发的弹塑性聚合物合金复合材料简称弹塑合金，是由多元热固性树脂大分子通过互穿网络聚合，并“键合”功能化合物制造而成，是一种机械性能优越、高比强度、高刚性、高韧性、耐磨损的聚合物合金。弹塑合金制备成的摩擦工程学产品——聚合物轴承/衬垫，是一种极其理想的耐磨润滑产品，无论是应用于大气中（自润滑）、浸泡在润滑水中，还是在极端脏污环境或在冲击负荷的情况下，都比一般轴承材料耐用。

2. 采用互穿网络技术创新了轴承用的耐磨材料体系，使得滑动材料达到均质、均相、强固，防止添加物迁移、渗析，保持了材料持久性均质与稳定。

3. 创新的离心薄层浇注包覆技术，有效降低了耐磨材料的热膨胀和吸水膨胀量，轴承吸水膨胀量降低了 20% 以上，提高了轴承的结构性能。

4. 率先成功研发多层层合技术，有效实现了金属/非金属、非金属/非金属间界面反应热聚合黏合，大幅提升了轴承动态性能，减振降噪幅度达到 20% 以上。

该产品已通过第三方检测，其结构简单、耐磨损、耐腐蚀、噪声与振动小、运行稳定、大修周期长，显著提高了设备运行可靠性，已成功应用于广东、江苏等多省 100 多座大中型重点水利水电工程，具有明显的生态环境效益、经济效益和社会效益，在全国范围内产生了重大影响。该成果技术先进、创新显著、实用性强，推广应用前景广阔。

主要完成单位：广州市研理复合材料科技有限公司、中山市水利水电勘测设计咨询有限公司

主要完成人员：陈江明、袁龙刚、关渡军、张鸿伟、胡绪宝、黄从兵、章如强、钟兴、陈顺阳、曾丹超、陈棠佳、赵孟津、孙毅、朱庆成、张周文等

单位地址：广东省广州市黄埔区科丰路 31 联系电话：18602023801

号华南新材料创新园 G8 栋 302 电子信箱：chen@techemer.com.cn

联系人：陈江明

白鹤滩水电站工程混凝土智能温控关键技术与装备

成果名称：白鹤滩水电站工程混凝土智能温控关键技术与装备

任务来源：集成成果

计划编号：

项目依托的白鹤滩水电站是世界在建单机容量最大的 300m 级特高拱坝工程，大坝混凝土方量 803 万 m^3 ，布置三层孔口，结构复杂；坝基为柱状节理玄武岩，地质条件复杂；坝址位于高地震烈度区，处于干热大风区，气候恶劣，温控难度高于同类工程，主要技术指标和综合技术难度位居世界前列。项目组通过理论创新、技术研发与现场试验等综合手段，系统研究了低热水泥基筑坝材料水化特性及其机理，提出了系统的温控策略，研发了智能温控成套装备，提出了完备的应用体系等关键技术。

该项目成果主要创新点如下：

1. 系统分析了低热水泥基筑坝材料水化特性及其机理，创建了材性改进与工艺智能化相结合的温控策略，构建了全面感知、动态分析、实时控制的闭环智能温控理论。

2. 发明了集成模块化的数据采集、介质换热智能控制等成套温控装备，研发了温度自适应调整、温度控制诊断、硬件检测和数据监测等远程控制算法与支持多终端的智能温控云平台，实现了混凝土温度过程的智能精准控制。

3. 创建了 300m 级特高拱坝精细化智能温控评价指标体系，构建了仓面、坝面、流道、廊道等全方位管网化混凝土控温保温保湿工艺，为白鹤滩工程高质量建设提供了保障。

研究成果在白鹤滩、乌东德等水电站已全面推广应用，取得了显著的经济与社会效益，应用前景广阔。

主要完成单位：中国三峡建工（集团）有限公司、清华大学、中国水利水电第八工程局有限公司、中国水利水电第四工程局有限公司、中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司、四川二滩国际工程咨询有限责任公司、中清控（武汉）科技有限公司

主要完成人员：汪志林、林鹏、陈文夫、郭增光、邹朝辉、高俊锋、黄夏秋、徐建荣、谭尧升、周孟夏、孙明伦、刘春风、宁泽宇、李明、高向友

单位地址：四川省凉山州宁南县白鹤滩镇 联系电话：17687011615
上村梁子营地白鹤滩工程建 电子信箱：tjutantan@126.com
设部

联系人：谭尧升

成果名称：超高水头船闸（40m 级）输水关键技术研究与应用

任务来源：集成成果

计划编号：

项目针对高水头船闸大输水水体、高输水能量、大水位变幅等突出特点产生的安全高效输水关键技术难题，从过闸船舶风险控制、输水系统关键部位空蚀破坏风险控制以及提升通航效率运行方式等三个层面开展了系统研究，取得了丰硕的成果。

该成果主要创新点如下：

1. 提出了基于出水区域比能控制及阻力均衡的高水头船闸输水系统布置原则，首创空腔自分流全闸室出水输水技术，解决了 40m 级高水头大型单级船闸巨大输水能量下难以兼顾高效输水与过闸安全的技术难题。

2. 建立了船闸输水系统新型减蚀技术体系，研发了输水系统分流口关键部位抗蚀体型及减蚀增效阀门运行新方法，为 40m 级高水头船闸安全运行提供了科技支撑。

3. 提出了高水头多级船闸运行控制新方式，提高了待闸船舶的安全性和过闸效率，完善了高水头旁侧泄水船闸泄水最终水位控制体系，保障了船闸高效运行。

该项目获得了系列创新成果，技术难度大，实用性强，创新性突出。相关成果已纳入 5 个行业标准，极大地推动了船闸水力学学科的发展和超高水头船闸安全高效输水方面的科技进步，已成功应用于大藤峡、三峡、银盘等多个水利水电工程船闸，产生了显著的经济和社会效益，具有广泛的推广应用价值。

主要完成单位：长江水利委员会长江科学院、长江勘测规划设计研究有限责任公司、中水东北勘测设计研究有限责任公司、广西大藤峡水利枢纽开发有限责任公司、长江三峡通航管理局

主要完成人员：江耀祖、马军、童迪、吴英卓、严来光、黄国兵、王智娟、刘火箭、陈坤、杨伟、常万军、陈小虎、何勇、刘志雄、范敏

单位地址：湖北武汉黄浦大街 23 号

联系电话：

联系人：刘火箭

电子信箱：huojian_smile@126.com

成果名称：长三角核心区骨干引排新沟河工程建设关键技术及应用

任务来源：集成成果

计划编号：

成果针对长三角核心区骨干引排新沟河工程建设关键技术难题，采用理论分析、现场监测、数学模型与试验、规划设计、技术研发等手段，研究大型骨干引排工程的科学选线、复杂水陆交通网干线穿越、沿线河湖的生态环境保护、节点枢纽泵站系统建设等技术，形成长三角核心区骨干引排新沟河工程建设关键技术及应用研究成果。

该成果主要创新点如下：

1. 针对平原水网密布、土地资源紧缺、经济快速增长等特点，提出了两线行洪、一线兼顾引水的总体河线布局，以及行洪、引水与通航相互协调的沿线控制枢纽立体连通模式，解决了清污分流、高低分排等功能需求。

2. 提出了长三角核心区适应强人类活动河网水域的“一片、两端、全线”生态环境系统治理模式，研发了“河口-骨干河道-毛细支河-湖泊”河网式生态环境修复技术，促进了新沟河北排长江水质与流域水生态健康。

3. 新沟河干线水立交采用 6 根内径 4m 的钢筋混凝土顶管群穿越京杭运河、京沪铁路，研发了大直径顶管群施工过程精准控制技术及施工工艺、新型 T 形地连墙高悬臂复合护岸结构，解决了新沟河穿越河网软土地基与水陆立体交通网的施工难题。

4. 研发了新型 S 形叶片的双向贯流泵和双向进出水流道，提升了超低扬程双向泵装置运行水力效率，研发了基于变极技术的大功率双速电机，提高了宽变幅扬程工况下的水泵机组效率，有效降低了泵站机组运行能耗。

研究成果综合性强、创新程度高，已应用于新沟河延伸拓浚工程建设规划、设计、施工和管理全过程，运行状态好，有效服务于水利、交通、环保等行业，生态环境与社会、经济效益显著，推动了平原河网地区水利工程建设技术发展，推广应用前景广阔。

主要完成单位：江苏省太湖水利规划设计研究院有限公司、江苏省太湖治理工程建设管理局、水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、江苏省水利工程建设局、河海大学、江苏省水利勘测设计研究院有限公司、扬州大学、江苏大学

主要完成人员：陈宝华、朱海生、陆彦、何勇、吴忠、邵勇、吴小靖、朱庆华、阚阚、杨帆、孟凡、高兴和、汪院生、朱明成、吴攀等

单位地址：江苏省南京市广州路 223 号

联系电话：025-85829305

联系人：陆彦

电子信箱：ylu@nhri.cn

成果名称：平原河道深厚透水砂层基坑组合渗控关键技术研究与应用

任务来源：集成成果

计划编号：

成果针对河道深厚透水砂层基坑渗控存在的关键技术问题，通过现场调研、现场试验、数值模拟等手段进行了系统研究，提出了一套可应用于平原河道大面积基坑支护、渗流控制的关键技术，为大面积深基坑施工安全提供了有力的技术支持。

该成果主要创新点如下：

1. 采用水平+竖向多样化防渗组合的渗控体系，解决了平原河道透水砂层超大面积深基坑单一防渗型式难以适应复杂地质及施工条件等工程技术问题。
2. 提出了基于精细化地层分类的低扰动悬挂式防渗+基坑分期分区降排水技术，有效地减少了工程施工对生态环境的干扰和影响。
3. 改进了钻孔压灌桩和充砂管袋复合围堰施工工法，降低了施工对富水区粉细砂地层扰动和对水环境的影响。
4. 采用项目管理云平台，对深基坑危大工程施工、防洪度汛调度等实现了智慧化管理。

成果成功应用于亚运场馆及北支江综合整治工程项目，加快了施工进度，缩短了施工工期，节约了施工成本，保障了施工质量，为高质量、高标准完成亚运会工程奠定了基础。

主要完成单位：中国电建集团华东勘测设计研究院、浙江华东工程建设管理有限公司、四川大学

主要完成人员：任金明、邓渊、张磊、张志鹏、李东杰、薛新华、钟伟斌、杨锋、羊樟发、王小明、邵卿、王哲鑫、魏芳、薛彦彬、苗新峰

单位地址：浙江省杭州市余杭区高教路 联系电话：0571-56628820

201号

电子信箱：zhang_l4@ecidi.com

联系人：张磊

成果名称：长距离输水隧洞复杂渗流特性与渗控技术

任务来源：集成成果

计划编号：

围绕长距离输水隧洞复杂渗流特性、长距离输水隧洞渗流渗水预测评判方法、长距离输水隧洞渗流控制关键技术等突出难题，采取理论分析、物理试验和数值模拟研究与工程应用并重的技术路线，开展了深入系统研究，取得了具有重要理论意义和工程应用价值的成果。

该成果主要创新点如下：

1. 针对长距离输水隧洞渗流特性复杂、认识不清的突出问题，研发了裂隙渗流及多因素耦合作用试验模型装置，探明了裂隙优势流、高水力梯度作用下高流速非达西渗流、渗流-应力-温度耦合多因素交互影响的规律，阐释了复杂地质体渗透参数非均一性和空间分布随机性特征，揭示了输水隧洞渗流多尺度效应及裂隙渗流各向异性特征和裂隙渗流内外双向特征产生机理。

2. 针对长距离输水隧洞渗流渗水规律难以科学预测的突出问题，提出了以宏观地质断裂控水模型为基础的多因素综合评判方法，建立了反映渗透参数非均一性和随机性的隧洞渗流随机有限元预测模型，构建了隧洞沿线不同尺度区域的三层次多尺度耦合渗流渗水预测方法，为隧洞开挖突涌水预报和渗水灾害防治提供科学依据。

3. 针对长距离输水隧洞渗透渗水隐患堵、排协调控制难的突出问题，研发了基于风险评估的隧洞突涌水区间分级控制技术，实现了突涌水控制最优决策；开发了隧洞衬砌施工新型环形诱导缝技术，实现了衬砌微裂缝主动控制；发明了基于二衬可承载水压力阈值的隧洞内外水双向重力自锁阀控制等系列技术，解决了输水隧洞高外水压力区的堵、排平衡控制问题。

成果成功应用于杭州第二水源千岛湖配水工程、南水北调西线、锦屏二级引水隧洞、榕江关埠引水工程、齐岳山隧道和中条山隧道等多个岩体隧洞工程，取得显著经济、社会和生态环境效益，具有广阔的推广应用前景。

主要完成单位：河海大学、浙江省水利水电勘测设计院、杭州市千岛湖原水股份有限公司、黄河勘测规划设计研究院有限公司

主要完成人员：王媛、张永进、杜强强、王学潮、任杰、冯迪、赖勇、叶峰、刘振红、倪小东、董琪、牛玉龙、秦正贵、刘胜、金华

单位地址：江苏省南京市鼓楼区西康路

1号

联系电话：

电子信箱：wangyuanhhu@163.com

联系人：王媛

成果名称：长距离明渠调水工程多目标水力调控关键技术及应用

任务来源：集成成果

计划编号：

成果以长距离明渠调水工程为研究对象，围绕该类工程输水安全调控长期存在的系统复杂、感知不清、决策不明、管控低效等问题开展科技攻关，通过构建多过程高精度实时模拟方法、研发常规-应急水力优化调控技术、搭建一体化协同智能管控平台，形成了长距离明渠调水工程输水安全智能调控关键技术体系，有力推动了调水工程水力调控领域的科技进步与发展。

该成果主要创新点如下：

1. 建立了多扰动强耦合条件下明渠水动力水质模拟方法。首次建立了明渠水流控制方程的不确定性形式，研发了支持网格自适应、参数动态反演与状态实时修正的明渠水动力水质模拟模型，实现了长距离明渠水流过程高精度、快速、连续实时模拟。

2. 首创了非线性大时滞系统闸群多目标水力优化调控技术。提出了大规模优化问题的综合降维方法，构建了一维水动力模型的短期多目标优化调控耦合模型，提出了基于深度学习的数据驱动模型预测控制方法，解决了复杂工况下闸群实时、精细调控难题。

3. 建立了突发水污染事件追踪、溯源与应急调控成套技术。研发了同步诊断多个未知污染源信息的溯源模型，基于实时监测信息实现了污染物输移扩散的快速预测，并提出了全线闸群联合应急调控方法，显著提升了输水安全性。

4. 研发了调水工程一体化智能管控平台。实现了调水设备和人员全要素一体化监控，感知、决策、控制、评价等调水业务全流程跟踪，以及数据清洗、模拟预测、调度控制等各类调水模型全链条决策支持。

相关技术成果已在南水北调中东线、胶东调水、引洮供水、引嫩入白等国内 10 余座典型明渠调水工程中得到推广应用，产生了显著的社会、经济和生态环境效益。

该成果体系完整、创新性强、特色鲜明，突破了多项调水工程水力调控关键技术瓶颈，具有重大的科学意义和广阔的推广应用前景。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、河北工程大学、山东省调水工程运行维护中心、南京南瑞水利水电科技有限公司

主要完成人员：雷晓辉、张召、王超、田雨、孔令仲、谷峪、龙岩、张绿原、柴蓓蓓、王家彪、郑英、廖卫红、康爱卿、朱杰、魏隽煜

单位地址：北京市海淀区玉渊潭南路 1 号

联系电话：15251776205

联系人：张召

电子信箱：360422948@qq.com

成果名称：郁江干流喀斯特地貌邕宁水利枢纽建设关键技术研究与应用

任务来源：集成成果

计划编号：

成果通过数值模拟、模型试验、系统仿真等方法，研究分析了工程建设中的关键技术难题，确定了深水条件下导流围堰的型式和施工方法，优化了复杂体型混凝土模板设计，改进了大体积混凝土模板的快速安装工艺等，提高了施工效率，保障了工程建设工期和质量。

该成果主要创新点如下：

1. 通过深水土石围堰施工及运用时段束窄河床水流变化影响的研究，确定了“单块石戗堤及含砾黏土体组合围堰”的型式，提出了迎水面块石戗堤超前进占、背水面含砾黏土料跟进填筑的施工方法。

2. 提出了增加速凝剂管的“四管法”高压旋喷灌浆工艺，将自动化制浆（自动上料、称量、搅拌）等功能整合到高压旋喷灌浆自动记录系统中，并成功应用于不均匀土石料填筑的深水围堰防渗墙施工。

3. 通过渐变曲面桁架组合钢模板的三维建模仿真，结合 BIM 三维建模配筋、掺 JX-III w 抗裂硅质防水剂掺合料的大体积混凝土配合比技术，解决了发电厂房灯泡水轮发电机组空间几何异型渐变式流道施工难题。

4. 研发了一种采用 2 型单管扣的多卡悬臂组合模板及其快速拼装技术，应用于水利枢纽大体积混凝土施工。

5. 改进了安装支架，配合使用型钢轨道及滚动转载的快速安装工具，实现了灯泡贯流式水轮发电机组灯泡头和锥体精确快速吊装施工。

6. 研制了一种箱形模具，实现了对支铰座板螺杆精确定位，并在泄水闸大跨度弧形闸门安装中应用。

该科技成果已成功应用于南宁市邕宁水利枢纽工程，取得了重大的经济效益。

主要完成单位：中铁二十局集团第六工程有限公司、中铁二十局集团有限公司、武汉大学、广西南宁水利电力设计有限公司、中铁二十一局集团有限公司

主要完成人员：宋成年、郝龙、惠建伟、段锋、姜子麒、贺昌海、仲维玲、江维、周逸萍、马雄、杨宝林、孙烨、吴戈堂、袁国培、果斐

单位地址：陕西省西安市未央区广安路 3619 号 **联系电话：**15511834500
电子信箱：394903614@qq.com

联系人：姜子麒

成果名称：河槽型水库库区浸没评价与控制关键技术

任务来源：集成成果

计划编号：

项目针对河槽型水库库区浸没评价的理论、方法及关键技术问题，采用水文地质勘察、试验及数值分析等综合方法，系统研究了浸没评价的解析模型与数值模型、库区浸没评价与浸没控制方案优化设计。

该成果主要创新点如下：

1. 建立了适用于非饱和带的振荡式微水试验解析模型，提出了非饱和带水文地质参数的数值反演方法，为浸没评价模型提供合理的非饱和带水文地质参数。
2. 改进了岸后封闭承压渗流场、岸后半封闭承压渗流场的库区浸没解析模型，构建了库区三维非稳定流地下水数值模型，提出了特定工程的浸没判别标准，准确评价了浸没范围。
3. 优化了截渗墙、减压井、导渗沟等浸没控制工程措施，形成了新干航电枢纽工程浸没评价与地下水埋深-排水量双控的控制技术体系，实现了生态友好和工程建筑安全。

项目成果在江西赣江新干航电枢纽工程库区浸没评价及治理工作中成功应用，取得了显著的经济、社会和生态效益，推广应用前景广阔。

主要完成单位：中水珠江规划勘测设计有限公司、河海大学、江西省交通科学研究院

主要完成人员：李宁新、周志芳、金丹、凌耀忠、陈明清、陈杰、朱云江、杨蕴、吴飞、李振嵩、陈启军、汤浩、张小平、张浩然、荣耀

单位地址：广东省广州市天河区沾益直街 联系电话：020-87117460

19号珠江设计大厦

电子信箱：63662382@qq.com

联系人：杨秋佳

成果名称：复杂条件隧洞不良地质体弹性波超前探测关键技术与装备

任务来源：集成成果

计划编号：

该成果面向地下工程安全建设与风险预警的国家重大战略需求，依托国家自然科学基金青年基金项目、中央级公益性科研院所基本科研业务费专项等，针对隧洞不良地质体超前探测技术装备、隧洞地质构造缺陷预报等问题，深入开展了复杂条件隧洞不良地质弹性波超前探测关键技术及其新装备、超前地质预报标准化和信息化等研究。

该成果主要创新点如下：

1. 开展了隧洞空间岩体地震波场传播机理与正演技术研究，揭示了隧洞施工过程典型不良地质体的地震波场传播规律与时空演变特征，为设备参数选型奠定了基础。

2. 针对复杂地质条件隧洞地震数据处理问题，提出了隧洞弹性波最小二乘反演成像技术和贝叶斯非线性随机反演技术，研发的隧洞地震数据处理软件系统，提高了隧洞弹性波超前探测精度。

3. 研制了隧洞弹性波超前探测系统装备（TEP），有效解决复杂地质条件下长距离接收信号弱、信噪比低等预报难题，实现了长距离不良地质体的探测和数据质量实时监控。

4. 提出了隧洞弹性波数据处理与成像关键技术，构建树形导航结构框架，自主研发 TEP 配套弹性波处理软件和隧洞岩土勘察信息系统，实现采集地震数据的高效高精度处理成图解译。在此基础上，建立了隧洞不良地质弹性波超前探测技术体系。

5. 编制了水电行业第一部超前地质预报规范《水电水利地下工程地质超前预报技术规程》，开发了一套集合岩土勘探资料成图和实时互动展示两项功能的地下工程地质综合勘察管理系统，实现了超前地质预报精确化、标准化、信息化。

项目成果在蒙华铁路、梅汕铁路、安江高速公路、滇中引水工程等重大工程进行了推广应用，准确有效预测隧洞施工掌子面前方不良地质分布特征，显著提升了我国隧洞超前地质预报技术装备水平，研发的预报装备具有良好的经济效益，应用前景广阔。

主要完成单位：长江水利委员会长江科学院

主要完成人员：周黎明、周华敏、肖国强、付代光、王法刚、张杨、张敏、陈志学、夏波、李玉婕、付小念、周密

单位地址：湖北省武汉市江岸区黄浦大街
23号

联系电话：13657277785

电子信箱：95352578@qq.com

联系人：周黎明

成果名称：复杂环境下多场多尺度土工测试技术创新及实践

任务来源：集成成果

计划编号：

该成果针对新时期我国水利工程建设面临的高应力、高水头、高寒、高地震烈度等复杂条件，依托国家重点研发计划、国家自然科学基金及国家重大工程科研项目等，围绕应力、变形、渗流、温度等多场耦合作用下单元尺度、模型尺度、原位尺度的土工测试关键技术，开展自主创新，形成了系列原创成果。

该成果主要创新点如下：

1. 针对高寒区土体长时间跨度冻融循环模拟与现场测试难题，提出了超重力条件下基于半导体换热的土体干湿-冻融循环模拟关键技术，自主研发了国内外首台超重力场冻融循环离心模型试验系统，研制了土体全断面冻胀变形和三维冻胀力监测设备，突破了土体多维冻融特性测试的技术瓶颈。

2. 为解决传统技术在高应力、高水头、大长度条件下的变形监测与渗流测试短板，自主研发了高土石坝坝体内部变形测量管道机器人系统及基于分布式传感光纤技术的变形测量技术，研制了国内外最大尺寸的双向数控渗透仪，实现了超长土石坝内部变形的连续高精度监测、160m 水头和 6MPa 上覆荷载下筑坝材料渗透试验，突破了高应力、高水头条件下变形监测与渗流测试技术瓶颈。

3. 围绕高地震烈度下土体动力测试过程中围压控制、超重力场振动台大尺度模拟的难题，发明了液压驱动围压补偿技术，自主研制了国内外首台大型液压式振动三轴仪，研发了 NS-2 型电液伺服液压驱动式离心机振动台，满足了高地震烈度下大型水工建筑物动力测试与物理模型试验的需求。

4. 创新了土体接触特性测试技术，自主研制了 NHRI-4000 型高性能大型接触面直剪仪，满足了土与结构物接触面特性测试的需求，研发了土体薄弱层面剪切强度特性的三轴测试方法，实现了试验过程中土体剪切带参数的精准捕捉。

该成果已授权国家发明专利 32 项，发表论文 102 篇，出版专著 3 部；研发定型产品 10 多种；成果编入《土工试验方法标准》(GB/T 50123—2019) 等 13 部国家、行业和团体标准，并在北疆长距离大型供水渠道、前坪水库大坝、红石岩堰塞坝等工程得到了成功应用。该成果原创性突出，技术领先，效益显著，推广应用前景广泛。

主要完成单位：水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院

主要完成人员：蔡正银、高长胜、王芳、黄英豪、王国利、何斌、何宁、徐光明、周彦章、张晨、张桂荣、朱洵、李小梅、汪璋淳、任国峰

单位地址：江苏省南京市广州路 223 号

联系电话：025-85828126

联系人：高长胜

电子信箱：

成果名称：整体式合页活动闸

任务来源：集成成果

计划编号：

课题组针对传统闸型存在的技术短板，开展了新型整体式合页活动闸的研究，开发了紧凑式小角度支撑结构，创新了无动力降闸、寒冷地区冬季退冰液压系统和智能化自动控制系统等多项关键技术，在国内创建了多个科研生产基地，构建起适宜不同区域、不同气候和地质条件、不同水质、不同工况的系列化成套技术体系，实现了标准化、规范化和产业化，为国家中小河流治理城市生态水系建设，实施河长制和生态文明建设提供了重要技术支撑。

该成果主要创新点如下：

1. 开发了整体式液压三铰点合页活动闸主体结构，将液压缸、闸体、底铰支座通过基础连接板构成一个稳定支撑的整体空间力系，避免过流水体对液压缸的冲击，有效延长液压缸的使用寿命，增强了景观效果。
2. 研发了具有退让冰压力的液压驱动活动坝控制系统，破解了低水头活动闸冬季无法运行或运行易损坏的难题，减少了因冬季冰冻而引起的静冰压力增加对闸体及液压系统带来的损害，实现了冰期无除冰设施蓄水成景功能。
3. 集成创新了有电、无电、有人值守及无人值守等多种工况下无动力降闸技术，满足应急行洪需求，保障了汛期的行洪安全。
4. 开发了智能化软件系统，实现对合页闸的智能化管理，提升了信息化、自动化、智能化水平，满足了新时代智慧水利的建设需求。

该成果已在北京、山东、贵州、黑龙江、吉林、辽宁等 15 省（直辖市、自治区）以及“一带一路”沿线的缅甸、泰国、孟加拉等国成功应用，提升了当地中小河流治理的水平，促进了生态文明建设，取得了显著的社会经济及生态环境效益。

该成果设计理念先进，结构紧凑新颖，自动化程度高，适用范围广，实用性强，性价比高，为中小河流治理提供了一种新的闸坝工程型式，具有广阔的推广应用前景。

主要完成单位：北京中水科工程集团有限公司

主要完成人员：陈晏育、王湛、赵云、闫永生、耿晔晗、李凯旋、刘旭冉、窦立玮、赵同新、赵建华、王国庆、孙灵宇

单位地址：北京市海淀区车公庄西路 20 号院

联系电话：

电子信箱：jingnianlkx@163.com

联系人：李凯旋

成果名称：内置钢板锚固型气盾坝

任务来源：集成成果

计划编号：

该项成果在大量生产实践基础上，针对国内气盾坝安装、运行、维护的困难，运行中的可靠性、稳定性等问题进行了深入研究，技术路线正确，成果具有重要的实用价值。

该成果主要创新点如下：

1. 增加了锚固端的刚度，在提高气囊气密性的同时提高了气盾坝运行时的稳定性；增强了整体强度，避免锚固孔处撕裂。
2. 工厂预留锚固孔，成孔精度高，不破坏气囊整体性，缩短了安装时间，改善了气盾坝的安装工艺。

该成果已在浙江富阳新登镇贤明湖（一期）-鼋江景观堰坝工程、莒县潍河综合治理工程、东莞气盾坝工程、古县洪安涧河河道综合治理工程中得到了实际应用，取得了显著的社会、经济和生态效益。

该成果在技术研发、示范应用等方面技术先进，应用效果好，具有较广阔的推广前景。

主要完成单位：河北恒洋工程装备有限公司

主要完成人员：张保忠、王全虎、张迎光、李学文、姚曙光、黄明祥、赵瑞辰、张文良

单位地址：衡水市冀州区高新技术产业开发区（南区）

联系电话：15503187705

电子信箱：hygcxjgs@163.com

联系人：张保忠

成果名称：水工混凝土高耐候防护修复材料与成套技术

任务来源：集成成果

计划编号：

项目组针对大坝深层隐蔽渗漏、高速水流磨蚀、高寒地区高频冻融破坏等严苛服役条件下的水工混凝土复杂缺陷问题，开展了混凝土防护修复材料、施工装备、配套工艺和评价指标体系等研究，历时近 20 年，取得了系列创新性成果，形成了水工混凝土防护修复成套技术。

该成果主要创新点如下：

1. 提出了基于分子结构调控、纳米改性和有机无机复合的混凝土防护修复新材料设计方法，研发了高渗透环氧树脂裂缝灌浆材料、水免疫慢反应聚脲抗冲磨等防护修复系列材料，解决了饱水、强紫外线、大温差、高频冻融等条件下材料的适应性和耐候性技术难题。

2. 揭示了多环境因素耦合下防护修复材料与混凝土界面特性演化规律，提出了复杂环境下保障防护修复耐候耐久的关键技术，建立了水工混凝土防护修复效果评价方法与指标体系。

3. 提出了全封闭分序灌浆封堵的大坝横缝渗漏处理技术，研发了黏结-缓冲-耐磨多层多功能抗冲磨防护结构和配套工艺，研制了化学灌浆智能控制泵等配套设备，解决了混凝土内部裂缝、深层渗漏、高速水沙磨蚀等复杂缺陷技术难题。

成果成功应用于南水北调中线、小湾、藏木、丰满等国内外 80 余座大中型水利水电工程，社会、经济和生态环境效益显著，并推广至交通、市政等工程，应用前景广阔。

主要完成单位：长江水利委员会长江科学院、武汉长江科创科技发展有限公司

主要完成人员：汪在芹、李珍、魏涛、陈亮、韩炜、肖承京、邵晓妹、张达、廖灵敏、冯菁、王媛怡、张健、甘国权、梁慧、张慧等

单位地址：湖北省武汉市黄浦大街 23 号

联系电话：13476021267

联系人：廖灵敏

电子信箱：stone142@163.com

成果名称：高拱坝施工期风险精准控制和生态流量保障技术与实践

任务来源：集成成果

计划编号：

项目针对高拱坝施工期水流控制存在的截流度汛、下闸封堵、蓄水生态三大安全风险难题，通过数值模拟、模型试验、现场检测测试和工程示范应用，取得了系列创新成果。

该成果主要创新点如下：

1. 提出了特高拱坝设计新理念，创建坝身不设底孔导流新技术。提出了高拱坝导流隧洞群“一洞改高洞、高洞改小洞、平门改弧门、洞塞减流速、控泄降负压、补气消气囊”的系列新技术，发明了导流隧洞改建生态放水洞，优化坝体结构，简化施工期水流控制程序，实现了下闸封堵期大流量连续泄放生态流量，解决了高拱坝及 300m 特高拱坝的中后期水流精准调控和生态流量保障核心技术难题。

2. 提出了大型直柱形堵头结构及堵头“大仓面、高升层、强冷却”优质高效施工方法，解决了复杂地质条件导流隧洞永久堵头扩挖风险大、施工工期长、施工程序复杂等突出问题，为一个枯水期一次移民提供了技术支撑，显著缓解移民搬迁压力，实现了工程提前蓄水。

3. 提出了防渗墙平台截流和度汛保护新技术，解决了深厚覆盖层狭窄河谷地区高围堰、深基坑截流度汛难题；提出水电站发电首年采用“中孔控泄、表孔敞泄”新方案，实现乌东德特高拱坝超初期运行水位限制、水库提前蓄水参与流域防洪调度。

项目成果为乌东德水电站提前蓄水发电提供了关键的技术支撑，取得了显著的经济、环境和社会效益，应用前景广阔。

主要完成单位：长江勘测规划设计研究有限责任公司、中国三峡建工（集团）有限公司、长江水利委员会长江科学院、长江三峡勘测研究院有限公司（武汉）

主要完成人员：翁永红、杨宗立、徐唐锦、李蘅、漆祖芳、胡清义、钱军祥、顾功开、范五一、郭艳阳、周赤、黄灿新、郝文忠、周嵩、段寅

单位地址：湖北省武汉市解放大道 1863 号

联系电话：18502779049

联系人：漆祖芳

电子信箱：qizufang@cjwsjy.com.cn

成果名称：复杂软基超深振冲碎石桩处理关键技术研究及应用

任务来源：计划外项目

计划编号：

拉哇水电站位于金沙江上游，左岸为四川省甘孜藏族自治州巴塘县拉哇乡，右岸为西藏自治区昌都市芒康县朱巴笼乡，是金沙江上游 13 级开发方案中的第 8 级。坝址区河床覆盖层最大深度达 71.63m，上游围堰最大堰高 60m，上游围堰与基坑开挖形成的联合边坡高达 130m，围堰工程边坡稳定、沉降变形等技术问题突出，制约了拉哇水电站建设和运行安全。该成果提出采用超深振冲碎石桩加固深厚复杂软基的地基处理技术，并探索出一套针对深厚湖相沉积低液限黏土和粉土层上筑坝具有代表性的涵盖勘探取样、理论分析、方案设计、物模验证、实践检验的技术路径和工作方法。研究成果成功应用在拉哇水电站工程。

该成果主要创新点如下：

1. 揭示了振冲碎石桩对 50m 厚湖相沉积低液限黏土和粉土层的排水固结影响机制，提出了采用超深振冲碎石桩处理复杂软基形成复合地基的主要原理和方法，解决了承载力低、渗透系数低、抗剪强度低、压缩性高等软基处理难题。

2. 发明了超深振冲碎石桩机伸缩导杆及水气管同步技术，开发了“超深护筒+上部旋挖引孔+下部振冲器造孔加密”施工工艺，控制超深碎石桩偏斜度不大于 5‰，保证了振冲碎石桩施工质量，拉哇最大处理深度达 71.63m，取得了技术上的突破。

3. 提出了超深振冲碎石桩施工过程的动态化信息监测方法；研发了基于 BIM+GIS 技术的超深振冲碎石桩施工质量监控系统，实现了施工质量的实时、动态化监测；提出了基于随钻技术的振冲碎石桩施工密实度评价方法。

该成果已在拉哇水电站应用，完成振冲碎石桩超过 3500 根，且所完成的振冲碎石桩施工质量满足设计技术指标要求。突破并系统解决了超深与复杂地质条件振冲碎石桩技术的瓶颈和难题，确保了拉哇水电站的建设工程，具有重大的社会效益和经济效益。项目研究成果先进，具有广阔的推广应用前景。

主要完成单位：华电金沙江上游水电开发有限公司、中国水利水电科学研究院、中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司、中国水电基础局有限公司

主要完成人员：王鹤鸣、陈祖煜、刘强、赵军、魏永新、庾晓军、王迎、田应辉、李章浩、罗文君、王玉杰、吴文洪、张幸幸、王亮、牟毓

单位地址：四川成都高新区蜀绣西路 100 号华电大楼
联系电话：028-62356652
电子信箱：603512012@qq.com

联系人：鄢勇

成果名称：红旗渠安全评价关键技术研究与实践

任务来源：计划外项目

计划编号：

红旗渠建于20世纪60年代，工程主体采用灰浆砌石结构、沿地形等高线土石原状地基修筑，经多年运行存在较严重的安全隐患。为保障红旗渠持续发挥效益且安全运行，项目组在红旗渠安全评估服务、国家自然科学基金及中央级公益性科研院所基本科研业务费专项经费等项目资助下，在基本没有工程设计和安全监测资料并要保护建筑风貌的条件下，深入研究了灰浆砌石建筑物体形和变形测量、灰浆流失和渠道渗漏通道探测、老旧灰浆砌石结构真实工作性态模拟和红旗渠工程安全评价体系构建等关键核心技术，实现了红旗渠首次全面安全评价。

该成果主要创新点如下：

1. 建立了三维非接触激光扫描点云数据与砌石结构线性平顺拱圈的转换关系，研发了老旧灰浆砌石结构体形、变形及孔洞的毫米级量测技术，准确重构了建筑物体形，获得了建筑物变形量，有效解决了工程设计和监测资料缺乏的问题。
2. 提出了层状、多孔、半无界区域介质中瞬态电磁波的高精度模拟方法，揭示了地基渗漏、结构破损与变形、裂缝等病害的地球物理场特征，编制了灰浆砌石结构典型病害的电磁波图谱，建立了渠道边墙和底板渗水程度与缺陷之间的定量关系，勾缝密实度分布和渗漏通道定位误差 $\leq 5\%$ 。
3. 创建了冻融作用下砌石结构灰浆劣化模型，提出了考虑冻融作用的砌石结构变形演化、结构稳定评价及性能劣化与寿命预测的方法，解决了老旧渠系砌石建筑物灰浆老化流失、胶结失效下灰浆砌石结构的安全分析和评价难题。
4. 考虑耐久性指标，优化了总干渠、分干渠树状布置的灌区多维度安全评价指标体系，提出了适用性和耐久性指标的动态量化方法，构建了安全综合评价量化模型，得到了红旗渠综合安全等级。

成果应用于红旗渠“十四五”续建配套与现代化改造方案的编制，为红旗渠“工程保安全、建筑保风貌、精神保永续”提供了核心技术支撑；相关技术应用于人民胜利渠、赵口二期等灌区工程、南水北调中线干线工程等长距离调水工程安全检测和评价，社会、经济效益显著。成果创新性强，技术先进，适用性好，效益显著，推广应用前景广阔。

主要完成单位：水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、河海大学、水利部大坝安全管理中心、林州市红旗渠灌区管理处

主要完成人员：马福恒、沈振中、胡江、陆俊、马和平、邱莉婷、邓昌、王建、李子阳、叶伟、霍吉祥、俞扬峰、李军、万广周、臧德记

单位地址：江苏省南京市广州路223号

联系电话：025-85828812

联系人：胡江

电子信箱：176953726@qq.com

成果名称：大型压力钢管智能化施工技术的应用

任务来源：计划外项目

计划编号：

项目针对目前水电站大型压力钢管工程存在的共性难题，如场地和交通布置困难、压力钢管相关的辅助工程量大、现场施工机械自动化水平低下、焊接工作高度依赖人工等，创新性地把钢管工厂制作转化为现场一体化组焊和安装，开展了先进制造工艺、洞内大型压力钢管自动化工艺和智能化装备的研究和开发。

该成果主要创新点如下：

1. 发明了洞内大型压力钢管自动化组焊工艺及智能组焊机，采用专业化、数字化、模块化和柔性化设计，实现了瓦片卸车、组对、回转驱动、钢管自动调圆、组焊设备的主机升降回转及双向移动快速组装。

2. 发明了多功能滚焊台车，集成了机电液一体化技术，实现了配合主机进行钢管组圆、运输及调整，突破了洞内多节直管及弯管组焊施工技术瓶颈，首创了单次组焊三节钢管工法。

3. 研发了新一代大型压力钢管智能焊接系统，集成了焊缝激光自动识别、跟踪和埋弧焊小车自动纠偏技术，实现了双丝埋弧焊洞内现场自动化高效焊接。

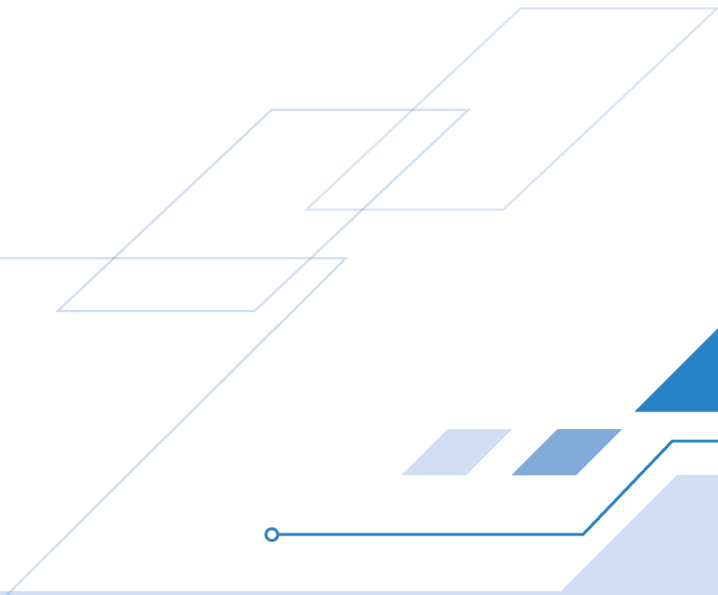
该成果已成功用于苏洼龙、乌东德等（超）大型压力钢管工程，充分运用现代先进制造技术和创造性思维，构建了洞内大型压力钢管快速组装系统化解决方案，突破了国内外传统技术方案的限制，具有显著的经济价值和社会效益，应用前景广阔。

主要完成单位：华电金沙江上游水电开发有限公司、成都阿朗科技有限责任公司、中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司、中国水利水电第三工程局有限公司

主要完成人员：胥洪远、彭智祥、傅自义、郑顺祥、鄢勇、杜洪斌、王玥海、邓则军、王剑涛、褚云、赵林涛、王伟夫、唐明武、彭鹏、汪义桥

单位地址：四川成都高新区蜀绣西路100号华电大楼
联系电话：02862356606
电子信箱：603512012@qq.com

联系人：鄢勇



农村水利

1

东北粮食主产区高效节水灌溉技术与集成应用

成果名称：东北粮食主产区高效节水灌溉技术与集成应用

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2016YFC0400100

项目围绕东北粮食主产区作物耗水与灌溉供水均衡调控的关键科学问题，发展了多尺度作物高效耗水协同调控理论及灌溉制度优化方法，创新研发了灌溉多水源优化调度配置技术与方法、规模化水田高效节水灌溉技术与产品、集约化农田多功能喷灌技术与设备、精量化高效滴灌技术与产品、灌溉系统智能调控技术与产品等关键技术，提出了节水灌溉效率与生境效应评价方法，构建了东北粮食主产区高效节水技术应用模式。

该项目取得创新成果如下：

1. 基础理论方面，揭示了寒区水稻、玉米水分-产量关系与高效耗水调控机理。阐明了水稻、玉米耗水量-产量-灌溉方式响应互馈机制，提出了寒区水田“深-浅-湿-干”循环控制灌溉方法，建立了基于农田实时监测和作物生长模拟的玉米精量灌溉决策方法。

2. 关键技术方面，创建了寒区水稻、玉米多目标高效精准施灌节水关键技术。突破了多水源均衡配置、水田精准控灌、精量化滴灌、集约化喷灌、节水栽培、生态灌排工程等节水关键技术，研发了渠道量控一体化闸门、智能灌溉施肥机、远射程测控一体化喷灌机控等关键设备。

3. 集成模式方面，集成了适用于东北寒区作物栽培条件的高效生态节水技术模式。构建了规模化水田生态高效节水控灌、玉米喷灌水肥精量调控、玉米覆膜滴灌多目标调控等技术模式，形成了模块化、标准化、可复制的高效节水技术体系，实现了灌溉节水与农艺农机节水的协同增效。

项目成果在黑龙江和吉林等多地规模化推广应用，建设示范区面积 2.63 万亩，辐射面积 1800 余万亩，培训各类人员 3400 余人次，实现作物水分利用效率提高 15% 以上，灌溉效率提高 10% 以上，促进了东北粮食主产区农田高效节水灌溉标准化和模式化。

项目在促进东北粮食主产区农业用水供需平衡、提高灌溉效率与效益、改善地下水位持续下降等方面取得突出成效，灌溉水有效利用系数提高 13% 以上，作物耗水同比降低 12% 以上，肥料利用率提高 17% 以上，排水面源污染降低 8%，水分利用效率提高 15% 以上，节水效益、经济社会效益显著。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、黑龙江省水利科学研究院、武汉大学、中国农业科学院农田灌溉研究所、中国农业大学、中国灌溉排水发展中心、东北农业大学、吉林省水利科学研究院、黑龙江省农业科学院佳木斯水稻研究所、河海大学等

主要完成人员：龚时宏、吴文勇、邵东国、黄彦、白美健、范永申、栗岩峰、姚彬、霍再林、顾涛、张生武、张忠学、顾文权、赵伟霞、胡雅琪等

单位地址：北京市海淀区车公庄西路 20 号

联系电话：13121939530

联系人：胡雅琪

电子信箱：huyaqi@iwhr.com

成果名称：城郊高效安全节水灌溉技术集成与典型示范

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2016YFC0403100

项目围绕城郊节水灌溉标准技术模式、评价指标体系和成果典型示范开展研究，构建了设施农田滴灌水肥优化管理标准化技术模式，提出基于时间稳定性的水肥利用效率监测评价方法；构建了基于果园增产、调质目标的综合灌溉决策控制指标体系，研制出基于物联网技术的分布式果园精量灌溉决策与控制系统及装备；构建了协同考虑堵塞减缓效果、土壤酶活性与作物生长安全的加氯或加酸防堵塞运行管理模式，提出再生水中养分有效性定量评估方法。

该项目取得创新成果如下：

1. 基础理论方面，基于时间稳定性原理，首次提出考虑滴灌局部湿润特征和布置方式，同时反映氮素不同形态分布差异的水肥利用效率监测方法。实现了对非饱和土壤病原体行为的动力学描述，全面解析了加氯技术对灌水器堵塞、土壤环境及作物生长的影响机制，首次定量评估了再生水中养分的有效性。

2. 技术开发方面，运用新一代信息化技术赋能，创新了“需水感知-智能决策-精准控制-模式调控”的果园精量灌溉集成新模式，实现了国内大面积果园的闭环式高效灌溉控制。开发了点尺度城郊节水灌溉效益评价的二维土壤水氮迁移转化与作物生长耦合模拟模型，提出了基于点尺度和区域尺度农业水文模型的城郊节水灌溉效益评价方法。

3. 集成应用方面，创新了基础台账采集-技术模式构建-配套机制激励-政府文件引导-宣传意识提升的城郊高效节水灌溉技术推广应用路径，实现了技术成果和转化机制的创新。

项目在北京郊区开展集成示范，建成了设施农田滴灌水肥优化管理示范区 1100 亩、果园精量灌溉示范区 2500 亩、公园绿地再生水灌溉示范区 2500 亩，辐射推广面积 2 万亩以上，水分利用效率提高 12% 以上，肥料利用效率提高 15% 以上。

项目成果建立了基于经济性、生态环境性、适用性、社会效应等指标的城郊高效安全节水灌溉技术适用评价指标体系，开发出技术评价决策支持系统。提出农业水价、水权交易、节水设施管护和标准建设模式等 3 套促进节水技术成果转化应用的配套政策措施和激励机制，全面支撑了北京市农业高效节水灌溉设施的标准化建设。此外，成果还在陕西、山东、云南等地区进行规模化推广应用，经济、社会、生态效益显著。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、北京市水科学技术研究院、北京市农林科学院、北京市大兴区人民政府节水办公室、中灌润华水务科技发展（北京）有限公司

主要完成人员：李久生、闫华、廖人宽、刘洪禄、王军、张钟莉莉、王珍、胡雅琪、张航、栗岩峰、蒙格平、孟一斌、薄晓东、郑文刚、齐艳冰等

单位地址：北京市海淀区车公庄西路 20 号

联系电话：13810650918

联系人：栗岩峰

电子信箱：liyf@iwhr.com

3

现代灌区用水调控技术与应用

成果名称：现代灌区用水调控技术与应用

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2017YFC0403200

项目围绕灌区用水调控的关键环节进行研究，开展了灌区用水多过程耦合调控基础理论研究，研发了灌区多源信息时空耦合的需耗水诊断与预报技术、灌区作物耗水信息无人机监测技术及设备、明渠和管道流量信息测控技术与产品、渠系实时智能调控决策、规模化自压灌溉管网安全运行技术，构建了渠管协同优化调控决策平台、自流和提水灌区用水调控集成技术模式。

该项目取得创新成果如下：

1. 基础理论方面，引入多种单一不确定性及复合不确定性方法构建了气候变化情景下的灌区用水多过程协同调控不确定性优化模型；高精度实时求解了 Saint-Venant、地表浅水和土壤水动力学方程的统一表征式，发展了灌区用水多过程耦合调控理论与方法。

2. 关键技术方面，构建了短中长期农田、区域尺度需水预报技术，优化了区域需耗水监测诊断技术及无人机飞行参数，引入活页式止水思路，研制了堰高可调水量测控设备；构建了灌区供需耗协同的多过程实时交互云计算平台，创新了灌区智慧用水决策与调控技术。

3. 集成应用方面，适配集成共性关键技术，研究提出了水权限制下骨干渠道优化工作制度、群集用水决策技术和引黄灌区挟沙分区调控技术，形成了自流和提水灌区用水技术集成模式。

项目在南北方自流和提水两类四个灌区开展集成示范，建成了江苏洪金自流灌区、新疆兵团红星自压灌区、湖北大碑湾提水灌区和山西回龙提水灌区示范区，示范面积 11.76 万亩。应用灌区多过程用水调控技术可高效利用灌溉水资源，灌溉水有效利用系数在四个示范区提高到 0.60 以上，水分生产效率提高到 $1.50\text{kg}/\text{m}^3$ 以上。构筑的现代灌区用水调控技术集成应用模式，为灌区高效用水提供了重要科技支撑。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、中国农业大学、西北农林科技大学、中国农业科学院农田灌溉研究所、扬州大学、中国灌溉排水发展中心、武汉大学、河海大学、石河子大学、京蓝云智科技有限公司

主要完成人员：李益农、佟玲、魏征、韩文霆、李金山、程吉林、李仰斌、章少辉、陈鹤、马孝义、谢崇宝、史源、何新林、陈菁、姚志峰等

单位地址：北京市海淀区车公庄西路 20 号

联系电话：18710047605

联系人：魏征

电子信箱：weizheng@iwhr.com

4

灌区需（耗）水信息时空诊断与预测技术

成果名称：灌区需（耗）水信息时空诊断与预测技术

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2017YFC0403202

针对灌区供水时空匹配涉及的需耗水信息的监测、诊断及预报非均一性的问题与需求，以空天地一体化的多源信息联合感知为突破点，形成了灌区需耗水信息高效计算与即时展示技术、灌区需耗水多源信息融合同化技术、灌区需耗水立体诊断技术、灌区需耗水预测技术以及灌区用水信息测报平台。

该成果的关键技术如下：

1. 基于一体化、全链条的区域气象与遥感信息的信息处理、即时展示技术，实现了全国范围更新单日实时产品计算效率小于3小时，灌区及灌域范围单日实时产品计算效率小于1小时，作物需耗水和需水预报每日更新发布，土壤墒情每日2次更新发布。

2. 基于不同空间分辨率遥感影像、栅格气象要素、地面定点监测指标的自适应融合方法，以及多源遥感信息与农田水文模型耦合的分布式数据同化技术，实现了灌区作物需耗水、土壤墒情、灌溉面积等灌区需耗水信息统一时空分布表达。

3. 提出了基于辐射传输特征以及光谱响应函数的地面高光谱、无人机多光谱、卫星多光谱的尺度拓展方法，以及基于Jarvis气孔导度模型的ET时空尺度耦合方法，形成了基于空天地一体化监测的灌区需耗水信息空间分异快速诊断技术。

4. 提出了基于蒸散发-植被指数特征空间指数的土壤水分反演方法，以及基于贝叶斯框架量化表征的区域作物需水预测方法，形成了区域尺度复杂种植结构（小麦、玉米、果园）下基于遥感影像的需耗水分布式监测预报技术。

成果已应用于内蒙古河套灌区、湖北漳河灌区（大碑湾）、山西回龙灌区、江苏洪金灌区和陕西泾惠渠灌区，节水、节能、增产和省工效益显著。

成果在灌区需耗水信息空天地一体化监测、诊断、预测技术体系方面具有显著的原创性，填补了我国灌区用水信息测报技术空白，为灌区现代化管理提供了重要的技术支撑，推广应用前景广阔。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、西北农林科技大学、中国农业大学

主要完成人员：魏征、陈鹤、彭致功、马孝义、任理、毛萌、谢天慧、周青云、赵龙、韩信、王雅琦、林人财、段晨斐、魏青、丁杰等

单位地址：北京市海淀区车公庄西路20号

联系电话：010-68785226

联系人：魏征

电子信箱：weizheng@iwhr.com

5

多尺度水盐诊断与预测技术及方法

成果名称：多尺度水盐诊断与预测技术及方法

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2017YFC0403302

针对农田水盐监测诊断和预测预报中的尺度和数据源单一问题，开展了多尺度水盐诊断与预测技术及方法研究，研制了便携式同轴四电极土壤密接触电导率测量仪和土壤剖面盐分分层电磁感应测定仪；基于卫星遥感、无人机遥测、地物高光谱数据，提出了裸土和不同覆盖条件下的多时相土壤水盐诊断技术；开发了农田水盐的遥感诊断系统和预测平台，提出了节水控盐技术模式。

该成果关键技术及创新点如下：

1. 提出了土壤密接触同轴多电极盐分传感器构型技术、成型工艺和制备技术，构建了土壤盐分的非接触电磁感应测量模式，创新了土壤盐分的分层测量方式。
2. 创建了基于地表覆盖度的全时域遥感分类诊断土壤盐渍化技术，提出了基于多源数据融合与同化的土壤盐分时空尺度扩展方法。
3. 提出了基于空间拓扑分析的灌区水流精准判别技术，开发了面向灌区复杂土地利用和灌排条件的灌区水盐运动分布式预测技术。
4. 构建的灌区分布式水盐预测数值模拟模型和区域水盐预测系统平台完整地考虑了从引水、输配水、灌溉、排水以及水工建筑物调控的全过程，优化了界面体验和参数输入模式，适用于同类地区灌区水盐循环过程情景推演。
5. 研制的土壤盐分分层电磁感应测定仪若通过更多的数据标定和可靠性验证，可以不用深挖剖面就能实现对土壤盐分的定位分层无接触非侵入式测定，具有一定的推广应用价值。

成果于 2019—2020 年已应用在河套灌区解放闸灌域，为灌区农业节水和土壤盐渍化防治提供了科技支撑，经济、生态效益显著。成果可推广于东北、华北、滨海等盐渍化地区，前景良好。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、西北农林科技大学、中国农业科学院农田灌溉研究所、武汉大学、内蒙古河套灌区解放闸灌域管理局沙壕渠试验站

主要完成人员：陈皓锐、陈俊英、吴海卿、金银龙、王少丽、张智韬、栗现文、付小军、刘源、常晓敏、刘春成、管孝艳、陶园、吕烨、米博宇等

单位地址：北京市海淀区车公庄西路 20 号

联系电话：13810949232

联系人：陈皓锐

电子信箱：chenhr@iwhr.com

6

田间节水减排关键技术与产品

成果名称：田间节水减排关键技术与产品

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2017YFC0403303

针对西北干旱灌区盐碱化严重、水肥利用率低、排盐排水产品缺乏等问题，开展了田间节水减排控盐关键技术与产品研究，提出了南疆和河套灌区农田高效节水控盐灌溉技术与模式、盐碱化农田土壤盐分消减技术、灌排一体化工程技术模式，研发了经济实用性排盐暗管系列产品及相应配套技术与工艺，制定了排水排盐暗管生产的企业标准和工程建设规程。

该成果主要创新点如下：

1. 揭示了南疆和河套灌区节水条件下盐碱化农田水肥盐迁移转化过程与作物对节水控盐响应机理，提出了玉米和棉花农田节水控盐高效灌溉技术与模式、基于甜菜种植和生物炭施用协同的土壤盐分消减技术。
2. 揭示了灌溉水-地下-排水的盐分变化特征和水源补给关系，提出了南疆控制灌溉条件下基于水盐安全阈值的农田明沟和暗管排水优化工程技术模式。
3. 研发了兼具柔韧性和环刚度要求的系列单壁打孔波纹管产品和塑化加工工艺，创建了新疆地区“滴灌+暗管”灌排一体化工程技术优化模式。

该成果已在新疆兵团和地方得到应用，经济和社会效益显著，推广应用前景广阔。

主要完成单位：西北农林科技大学、中国农业科学院农田灌溉研究所、河海大学、新疆天业节水灌溉股份有限公司

主要完成人员：张富仓、李毅、范军亮、缴锡云、李宝珠、申孝军、张体彬、向友珍、杨成德、杨开文、高明霞、董勤各、郭维华、李东伟、白安龙

单位地址：陕西省咸阳市杨陵区渭惠路 联系电话：029-87082848

23号

电子信箱：sxx@nwafu.edu.cn

联系人：申秀霞

7

灌区生态型控盐排水及再利用技术与模式

成果名称：灌区生态型控盐排水及再利用技术与模式

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2017YFC0403304

项目针对节水灌溉大规模实施后农田水盐循环规律改变和排水性能下降局面，从区域尺度研究了协调节水、减排、控盐目标的灌区生态型排水系统规划理论与方法，研发了人工排水与干排水相结合、井渠结合、明沟与暗管结合等生态型排水及排水再利用关键技术，提出了节水减排控盐工程模式，开发了排水及再利用装置设备，制定了生态型排水及再利用技术标准指南。

该成果主要创新点如下：

1. 确定了生态型排水系统的规划设计依据与调控指标，提出了人工排水与干排水相结合、井渠结合、明沟与暗管结合等生态型排水系统规划设计方法与关键系统参数。
2. 提出了适合不同灌排和水土条件的灌区排水与地表水-地下水联合利用技术模式，开发了基于用水效率提升与生态环境保护的地表水-地下水-排水综合利用决策平台。
3. 研发了适合井灌井排的井型结构、成井设备与工艺，研制了模块化暗管排水控制装置，提出了明沟暗管相结合的节水减排控盐工程模式。

成果已在河套灌区义长灌域得到了应用，经济、社会与生态效益显著，推广应用前景广阔。

主要完成单位：武汉大学、中国水利水电科学研究院、河海大学

主要完成人员：伍靖伟、曾文治、焦平金、张治晖、赵华、俞双恩、余冬立、丁继辉、马韬、陶聪、谭畅、汪昌树、刘精凯、毛俊、杨洋等

单位地址：湖北省武汉市武昌区八一路 **联系电话：**027-68775466

299 号

电子信箱：jingwei.wu@whu.edu.cn

联系人：伍靖伟

8 节水减排控盐技术集成与示范

成果名称：节水减排控盐技术集成与示范

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2017YFC0403305

项目针对西北干旱灌区农田盐渍化问题，开展了农田水盐动态监测预报、节水减排控盐及排水再利用技术的集成与示范，构建了适于西北旱区的节水控盐减排技术模式，建立了适于不同区域特点的节水控盐技术评价方法，形成了节水控盐系统解决方案，为干旱灌区水土资源可持续利用与发展提供了技术支撑。

该成果主要创新点如下：

1. 构建了适于新疆干旱内陆区规模化节水条件下的膜下滴灌+暗管（明沟）灌排一体化的农田节水控盐增效综合技术集成模式，明确了非生育期多年周期冬灌排盐，生育期滴灌出苗、双膜覆盖、水肥一体等控盐关键技术参数及阈值。
2. 构建了适于河套灌区地面灌溉（滴灌）、暗管（明沟）排水、井灌井排等不同组合下的灌排综合技术集成模式及关键技术参数。
3. 建立了灌区土壤、地表水、地下水水盐自动化监测网络，研发了灌区土壤盐分预警系统，构建了灌区水盐动态监测信息管理平台。
4. 建立了新疆和内蒙古河套灌区节水减排控盐模式的评价方法，提出了灌区水土资源可持续发展的系统解决方案。

成果已在新疆和内蒙古干旱灌区得到应用，实现了节水、控盐、减排、增效等目的，经济、生态、环境和社会效益显著，推广应用前景广阔。

主要完成单位：新疆水利水电科学研究院、中国农业大学、内蒙古河套灌区管理总局

主要完成人员：张江辉、白云岗、熊云武、韩文光、刘洪波、唐泽军、齐岩、黄权中、郑明、郝爱枝、鲁建军、白雪英、卢震林、曹彪、加孜拉等

单位地址：乌鲁木齐市红雁池北路73号

联系电话：13565906590

联系人：刘洪波

电子信箱：lhb090@163.com

成果名称：肥料-水源-装备适配技术及调控装备

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2017YFD0201504

项目针对微灌水肥一体化技术应用中广泛存在的灌水器堵塞、均匀性不够、工作压力保障不足、肥料选择方法不明等关键问题，研究了面向微灌系统灌水施肥均匀度控制需求的肥料-水源-装备的适配机理、互馈选择技术控制参数阈值和肥料选择方法；开发了复杂水源微灌水肥一体化条件下，系统水源量质调控技术及成套化配置装备、肥料配方和生产工艺优化技术以及系统运行优化的适配性调控技术。

该成果主要创新点如下：

1. 明确了肥料-水源耦合作用下微灌水肥一体化系统灌水器堵塞发生的时空动态与影响因素，揭示了肥料-水源-装备的适配机理，提出了面向微灌水肥一体化系统灌水均匀度控制需求的三者互馈选择技术参数阈值，构建了兼顾肥料-水源-装备适配、适本、高效的水肥一体化系统肥料选择方法。

2. 建立了纳米气泡、水磁化、微生物拮抗三种兼具灌水器堵塞控制和作物增产提质效应的新技术，研发了磷酸脲、聚磷酸铵、芽孢杆菌微生物菌肥、腐殖酸肥 4 种具有抗堵塞特性的肥料改性与生产工艺优化技术，建立了以提升微灌系统灌水施肥均匀度目标的运行优化调控技术。

3. 研发了自清洗网式过滤器、适宜黄河水沙特点的离心式过滤器、低压渗透过滤、斜管沉沙池以及多用户随机灌溉配水稳压调流技术和装备，提出了典型水肥一体化系统的成套化装备配置方案。

4. 提出了基于水肥一体化的灌水器流道漩涡洗壁近壁面流动剪切力控制阈值，改进了灌水器结构及提高灌水器产品适配性的精准模具与高效生产技术，研发了小型低流量灌水器、防根系入侵灌水器、防鼠虫咬灌水器、大口径双翼型微喷带等灌水器系列产品。

成果技术先进、创新程度高、适用性强，形成的微灌水肥一体化肥料选择和运行优化调控技术及关键装备已在 46 项示范工程得到应用，抗堵塞灌水器系列产品和新型水溶性肥料已实现产业化，销往全国 21 个省区，取得了良好的规模化应用效果，推广应用前景广阔。

主要完成单位：中国农业大学、西安交通大学、甘肃亚盛亚美特节水有限公司、金正大生态工程集团股份有限公司

主要完成人员：李云开、肖洋、魏正英、张强、谷生勇、侯鹏、刘泽元、李淑芹、唐学林、徐飞鹏、景蔚莹、林起峯、樊兆博、马长健、王亚玉等

单位地址：北京清华东路 17 号中国农业大学东校区

联系电话：13699116121

电子邮箱：liyunkai@126.com

联系人：李云开

成果名称：节水减排控盐协同理论与调控机制

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2017YFC0403301

项目针对旱区水资源短缺与农田土壤盐渍化严重问题，开展了节水减排控盐协同理论与调控机制研究，阐明了不同灌排条件下全周年农田水盐平衡机理，提出了基于动力学理论的水盐平衡机制分析方法；发展了农田-灌域-灌区多尺度水盐过程定量表征理论与方法；建立了规模化节水条件下灌排协同的水盐调控理论与方法。上述理论和方法已得到验证并开展了实际应用。

该成果主要创新点如下：

1. 阐明了不同灌排条件下农田周年盐分归趋与水盐平衡机制，揭示了冻融期不同景观单元土壤蒸发对表土积盐的驱动作用，明晰了灌区不同景观单元间水盐交换对灌排的响应机制。
2. 建立了考虑土壤结构变化的冻融水-热-盐耦合模型，发展了基于动力学过程的农田水分生产力评估方法，构建了灌区水转化与盐分运移多过程耦合的分布式模型。
3. 建立了灌区综合节水减排控盐评价指标体系与评价方法，提出了不同尺度农田节水减排控盐阈值，发展了基于农田水盐过程的灌排协同优化调控方法。

成果已在河套灌区、新疆开孔河流域得到应用，为灌区农业节水和土壤盐渍化防治提供了科技支撑，经济、生态和环境效益显著，推广应用前景良好。

主要完成单位：中国农业大学、扬州大学、武汉大学

主要完成人员：黄冠华、霍再林、黄权中、徐旭、熊云武、任东阳、许廷武、李上红、柴利、冯绍元、徐英、仇锦先、朱焱、张晓平

单位地址：北京清华东路17号中国农业大学东区

联系电话：010-62737138

电子信箱：ghuang@cau.edu.cn

联系人：黄冠华

成果名称：蒸散发监测布设方法与数据采集标准化

任务来源：水利部公益性行业科研专项经费项目

计划编号：201501016

项目针对蒸散发监测方法不统一、数据质量控制标准缺失的问题，围绕蒸散发监测布设方法与数据采集标准化，从试验布设、监测方法、数据采集和标准化处理等方面进行了系统研究，提出了蒸散发监测布设与数据采集标准化方法，形成了试验成果的分布式应用模式。

该成果主要创新点如下：

1. 考虑土壤水分分布特点和作物边际效应，提出了时空变异下试验小区适宜规格，实现了由静态规定向动态优化调整的突破；依据土壤最大有效含水量，创新提出了多情景下土壤墒情监测点优化布设方法，在减少布设数量的同时，有效提高了监测精度和稳定性。

2. 引入梯度扩散理论和印痕函数，阐明了蒸散发通量贡献区与监测高度的关系，提出了适宜的试验控制范围，发展了确定布设位置的优化方法，解决了蒸散发通量现代监测仪器布设规范缺失的难题。

3. 考虑多时空尺度差异，创建了叶片、植株、试区、农田和区域尺度的蒸散发数据监测、异常值剔除与插补、数据质量控制、标准化重构的系列方法，填补了蒸散发多尺度、多源数据融合的方法空白。

项目提出新技术、新方法应用条件下的标准化试验设计方法、多源数据融合与数据质量评价等试验技术体系、试验成果尺度提升与分布式应用模式，依托水利部灌溉试验总站指导全国灌溉试验站的数据采集与质量控制。基于标准化数据处理，提出的“节水增效”典型模式在河南、山西、甘肃、北京、新疆、内蒙古等地推广应用，取得了显著的经济、社会效益。

该项研究具有重大的理论意义和实践价值，具有显著的原创性，填补了我国蒸散发监测布设与现代数据采集标准的空白，推广应用前景广阔。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、中国农业大学、中国农业科学院农田灌溉研究所、天津农学院、中灌顺鑫华霖科技发展有限公司

主要完成人员：张宝忠、魏征、李思恩、王景雷、周青云、宋妮、丁日升、彭致功、陈鹤、申孝军、王峰、韩聪颖、于永瑞、王雅琦、韩信

单位地址：北京市海淀区车公庄西路20号

联系电话：010-68786510

联系人：张宝忠

电子信箱：zhangbaozhong333@163.com

成果名称：江淮丘陵区水稻节水减排技术推广示范

任务来源：水利技术示范项目

计划编号：SF-201814

项目依托安徽省“十一五”科技攻关项目“安徽省农业综合技术技术研究”和水利部公益性行业科研专项经费项目“江淮丘陵区粮食增产节水技术和生态系统重建”，采用专项试验、理论研究、宏观调研相结合的研究方法，将农业水资源高效利用与区域综合治理、灌溉水利工程建设与水生态系统重建有机结合，对江淮丘陵区水稻节水减排与水生态系统重建进行深入研究，取得了系统性的研究成果。

该成果的关键技术如下：

1. 解决了一些多年来困扰江淮丘陵区的旱灾成因机理、水稻节水减排灌溉模式与灌溉制度优选、水资源优化配置及水生态系统修复等关键技术难题。
2. 项目搭建了基于水稻需水规律与节水机理、雨水高效利用、水量分配仿真模拟的区域农业水资源高效利用关键技术体系，形成了塘坝系统水资源高效利用技术模式。
3. 提出了水稻区水资源高效利用的工程与非工程措施、以塘坝为依托的水生态系统修复与重建技术。

项目在合肥市建立农业水资源高效利用技术示范推广区 1.96 万亩，辐射区域 1.1 万亩。已在推广区内实现水稻节水 15% 以上，水分生产率达 $1.23 \sim 1.28 \text{kg/m}^3$ ，农业灌溉水有效利用系数提高 35% 以上，农业灌溉用水综合利用率提高 20%~30%；氮磷年均减少 20% 以上；推广区年节水约 169 万 m^3 ，增产约 86 万 kg，增收约 172 万元。

主要完成单位：安徽省水利科学研究院

主要完成人员：曹秀清、蒋尚明、于凤存、沈瑞、王矿、盛恩顷、汤广民、黄忠文、沈涛、张虎、高振陆、李姗姗

单位地址：安徽省合肥市红枫路 55 号

联系人：王矿

联系电话：0551-65318660

电子信箱：109359754@qq.com

成果名称：再生水滴灌抗堵塞及高效安全利用关键技术

任务来源：集成成果

计划编号：

以再生水滴灌高效安全利用为目标，依托国家重点研发计划课题及国家自然科学基金项目等，重点针对滴灌系统安全、环境安全和农产品安全及养分高效利用等方面的科学问题开展了系统研究，阐明了滴灌堵塞的特征及机制，提出减缓堵塞的加氯/酸处理技术及其标准，揭示了再生水滴灌系统-土壤-作物中大肠杆菌变化规律，定量评估了再生水在滴灌中氮磷养分的有效性，建立了再生水滴灌安全高效利用的理论体系和关键技术。

该成果主要创新点如下：

1. 系统揭示了再生水滴灌灌水器堵塞的生物膜组成及动态生长过程，探明了铁和钙对生物膜堵塞的诱发机理，建立了灌水器抗堵塞性能的定量评价方法，研发了再生水滴灌防堵塞灌水器系列产品。

2. 揭示了加氯/酸减缓堵塞运行模式对滴灌系统安全、作物生长和土壤环境安全的影响规律，制定了微灌系统加氯/酸处理技术标准，构建了安全运行管理模式。

3. 研究了再生水滴灌下土壤酶活性对土壤养分动态响应机制，提出了基于 ^{15}N 示踪肥料当量法评价再生水滴灌中氮素有效性的方法，建立了再生水滴灌氮磷高效利用关键技术体系。

4. 建立了再生水滴灌中大肠杆菌、重金属和有机污染物在农田环境介质中的迁移富集规律和风险评价体系。

项目在理论方法和关键技术方面创新程度高，应用前景广阔。成果已在北京、山西、河南、浙江等省（自治区、直辖市）推广应用，有力推动了再生水灌溉技术的发展，取得了显著的社会、经济和生态效益。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、中国农业大学、北京市水科学技术研究院

主要完成人员：李久生、王珍、李云开、刘洪禄、栗岩峰、王军、肖洋、宋鹏、赵伟霞、张航、薄晓东、李艳、胡雅琪、温洁、郭利君等

单位地址：北京市海淀区车公庄西路 20 号

联系电话：010-68786526

联系人：王军

电子信箱：junwangcau@iwhr.com

成果名称：基于耗水精准识别的农业灌溉“取水+耗水”双控管理技术与应用

任务来源：集成成果

计划编号：

该项成果针对新疆地区供用水矛盾突出的问题，研究了主要粮经作物耗水机制，提出了“取水、耗水”双红线控制的农业发展规模分析方法，研究了基于耗水控制的农业配水方案制定方法和灌溉用水管理制度。

该成果主要创新点如下：

1. 揭示了新疆 6 大类作物（小麦、玉米、棉花、葡萄、蔬菜、苜蓿）耗水机制，综合考虑可用水量、品质、产量、盐碱等多元约束条件，提出了作物经济耗水定额确定方法和作物灌溉需水量预测预报技术。

2. 创建了空间异质性的作物耗水到区域取水的转换关系，发展了农业、生态用水协同的多目标节水规划新技术，提出了农业“取水、耗水”双红线控制方法。

3. 建立了基于耗水控制的农业用水配置方法，提出了耗水空间格局、作物需水过程、灌区配水节点控制的多元耦合动态调配方案，创建了用水者协会“取水、耗水”双水权配置模式，构建了农户-用水者协会-县乡-流域等多层级耗水管理体系。

项目提出的基于耗水精准识别的农业灌溉“取水+耗水”双控管理技术已成功应用于新疆吐鲁番、阿克苏、喀什等地区，并为北方部分大型灌区节水改造规划提供借鉴，取得了显著的社会、经济和生态环境效益。

该项研究具有重大的理论意义和实践价值，创新了农业灌溉“取水、耗水”双控管理技术与方法，填补了该领域的研究空白，推广应用前景广阔。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、新疆水利水电科学研究院

主要完成人员：张宝忠、杜丽娟、雷波、彭致功、刘钰、杨开静、陈鹤、王蕾、李彦彬、白云岗、刘洋

单位地址：北京市海淀区车公庄西路 20 号

联系电话：13611369282

联系人：杜丽娟

电子信箱：ljdu@iwhr.com

成果名称：灌区用水多过程耦合调控理论与方法

任务来源：集成成果

计划编号：

针对灌区用水多过程的复杂性，以及难以满足作物需水时空需求变化等问题，结合我国典型灌区用水结构与管理模式、输配水系统和灌溉水源等方面的特性，研究了灌溉系统水动力学物理机制与灌区用水多过程转化机理，从水源取水、渠道输水、田间配水、作物耗水等灌溉用水全过程，提出了灌区用水多过程耦合调控理论与方法体系，为灌区现代化建设提供了理论基础与方法支撑。

该成果主要创新点如下：

1. 构建了基于 MOS 统计降尺度模型和考虑自然变异的 MOS 统计降尺度模型的未来气候变化情景数据库，提出了考虑土地利用变化模拟南方典型灌区未来气候情景下径流变化的方法。

2. 构建了考虑作物需水及土壤墒情的灌溉渠系时空动态优化配水模型和气候变化情景下的灌区用水多过程协同调控不确定性优化模型，创新引入多种单一不确定性及复合不确定性方法，实现系统驱动因子的定量表征，建立了考虑风险的现代灌区用水多过程调控模式。

3. 基于全能量梯度驱动运动的物理机制，统一表征了灌区渠道输配水-田间用水-农田排水等过程，克服了有限体积法难以耦合求解灌区水动力多过程的不足，结合 AI 技术与 GPU 并行计算技术，实现了灌区尺度水动力多过程实时交互模拟仿真。

该研究成果在灌区用水多过程调控理论与方法方面具有显著的原创性，为灌区水资源规划管理与运行调度提供切实的决策支持。成果已在湖北漳河灌区、江苏洪金灌区、山西回龙灌区、甘肃黑河中游灌区以及河北冶河灌区得到应用，提高了灌区现代化管理水平，在节水、节能、增产、省工等方面效果明显，经济与社会效益显著，推广应用前景广阔。

主要完成单位：中国农业大学、中国水利水电科学研究院

主要完成人员：佟玲、章少辉、刘浏、郝新梅、王素芬、李益农、戴玮、白美健、陆红娜、史源、岳琼、陈雨琦、刘锦涛、张帆、田新苗等

单位地址：北京市海淀区清华东区 17 号

联系电话：010-62734227

中国农业大学东区

电子信箱：wangqiao12315@cau.edu.cn

联系人：王乔妹怡

成果名称：南方镉污染稻田土壤生态水利修复关键技术及应用

任务来源：集成成果

计划编号：

成果以保障稻米镉安全和修复土壤镉污染为目标，针对南方镉污染稻田土壤风险管控与修复的关键技术难题，通过对南方镉污染稻田土壤修复 10 余年的研究及实践，揭示了土壤-水稻系统内镉分配转运调控机理，创新了阻控稻米镉污染和削减土壤镉含量的关键产品与技术，探索了稻田镉污染风险管控与技术推广落地新模式，为南方镉污染稻田土壤风险管控与修复提供了科学依据与技术支撑。

该成果主要创新点如下：

1. 揭示了酸性稻田土壤 pH-硅-镉互作共沉淀、活性硅拦截和离子拮抗降镉机理，研发了硅激活技术和多元素-高活性的硅基钝化剂新产品。

2. 探明了 FeCl_3 和 CaCl_2 高效活化洗脱稻田土壤镉以及电动导排孔隙水脱除土壤镉的机理，研发了相关的成套技术与装置。

3. 针对低中风险和中高风险镉污染稻田，分别提出了硅基钝化剂为主的技术模式和“活化洗脱释镉-电动导排脱镉-生态渠塘除镉-田间钝化残镉”集成修复技术模式，为实现稻米镉安全与土壤镉污染修复的双重目标提供了理论指导和技术支撑。

相关技术和产品在湖南等 6 省得到大面积推广应用，污染修复稻田的稻米镉达标率显著提升，在保障水稻安全生产、改善农业生态环境等方面发挥了重要作用，取得了显著的经济、社会和环境效益，推广应用前景广阔。

主要完成单位：长江水利委员会长江科学院、湖南省农业科学院、华中科技大学、中国水利水电科学研究院、江西省农业生态与资源保护站

主要完成人员：汤显强、谢运河、李青云、王琳玲、纪雄辉、王振华、林莉、彭红、徐东昱、涂香明、胡艳平、黎睿、陈娇、胡园、高博

单位地址：武汉市江岸区黄浦大街 23 号

联系电话：027-82829430

联系人：李鹏

电子信箱：lp31580088@163.com

成果名称：灌区用水管理模拟调控技术

任务来源：集成成果

计划编号：

针对灌区用水多过程管理缺乏有效的动力学模拟与调控分析工具的问题与需求，以协同提高数值模拟精度和效率，实现灌区用水调控实时交互为目标，围绕灌区水循环模拟理论、多过程协同调控技术和平台开发开展研究，形成了灌区水动力多过程模拟技术和灌区用水多过程协同调控技术 2 项，开发了灌区用水多过程云计算平台产品 1 项，为灌区现代化管理提供了技术支撑。

该成果主要创新点如下：

1. 基于全能量梯度驱动机制，实现了网络形式 Saint - Venant 方程组、地表浅水方程组和土壤水动力学方程组的统一表征，融合 Semi - Lagrange 数值方法与人工智能技术，实现了该统一表征式的高精度实时求解，更适宜当前大规模 GPU 并行计算的内在需求，比现有 CPU 串行计算效率提高了约 52 倍。

2. 针对渠系输配水过程调控的复杂性，建立了灌区用水调控矩阵，耦合了灌区水动力多过程模拟方法与闸群前馈-反馈控制方法，构建了灌区用水多过程协同调控技术，实现了灌区用水优化均衡的目标。

3. 定义了适应云计算的灌区数值模拟分析特有的数据结构，采用了 GPU 并行计算技术，研发了具有完全自主知识产权的灌区用水多过程实时交互云计算系统，开发了云计算平台，编制了灌区用水模拟仿真云计算规程，为灌区用水管理提供了高效实用的工具。

成果已在黑龙江锦西灌区、河北冶河灌区、湖北漳河灌区和四川东风水库灌区开展了应用，取得了显著的节水、节能、增产和省工效益。研究成果在方法与技术方面具有显著的原创性，填补了我国灌区用水管理全过程模拟调控技术空白，推广应用前景广阔。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、石家庄市冶河灌区引岗管理处、北京水足迹科技有限公司

主要完成人员：章少辉、李益农、戴玮、白美健、史源、张凯、张志英、魏志斌、冯兵楷、田东、宋朝达、曾雷、高林

单位地址：北京市海淀区车公庄西路 20 号

联系电话：010 - 68786091

联系人：戴玮

电子邮箱：daiwei@iwhr.com

18 灌区用水量测与调控技术及设备

成果名称：灌区用水量测与调控技术及设备

任务来源：集成成果

计划编号：

项目围绕作物耗水信息无人机监测技术及设备、灌区明渠输配水系统用水测控技术及设备、灌区管道输配水系统用水测控技术及设备研发展开研究，在作物耗水信息无人机监测系统研发及参数优化、作物生长特征参数及缺水信息无人机遥感监测模型开发、灌区水信息天空地一体化立体监测及评价、灌区常用非标准断面渠道断面流速分布规律及测流技术研究、低成本低功耗渠道水位监测设备及堰高可调的水量控制设备研发、复合结构壁新型管材流量测定技术、大口径管道流量测量设备及远程可控型输配水管网流量测控一体化装置研制等方面取得显著进展。

该成果主要创新点如下：

1. 创制的可应用大面积作物需水估算的无人机遥感系列产品及多套作物耗水无人机遥感解译诊断模型，为无人机在灌区作物需水信息监测、感知提供了科技支撑。
2. 探明了非标准断面渠道断面流速分布规律并提出测流技术，构建了渠道流场模型，为非标准断面渠道流量监测提供了理论支撑。
3. 创新开发了基于霍尔传感器的磁浮子高精度渠道水位监测设备，降低了设备精度对器件的布置密度依赖性；开发了具备同时稳定流量、水位功能的堰高可调的水量控制设备，并可减少设备安装施工过程中的开挖工程量。
4. 研发出内嵌式复合结构壁管道流量测定技术及设备、大口径管道流量监测设备及远程可控型输配水管网流量测控一体化技术及装置，提高了测流精度，降低了成本。

成果已在内蒙古河套灌区、山西回龙灌区、湖北大碑湾灌区、江苏洪金灌区等多个灌区，以及南京农业大学、山东理工大学等6家高校及科研院所推广应用，可提高水资源利用率，对发展农业生产、农村经济、农民增收有促进作用。

该项目研究技术路线合理，研究方法先进，成果原创性突出，应用效果显著，推广前景广阔。

主要完成单位：西北农林科技大学、中国灌溉排水发展中心、中国水利水电科学研究院、中国农业大学

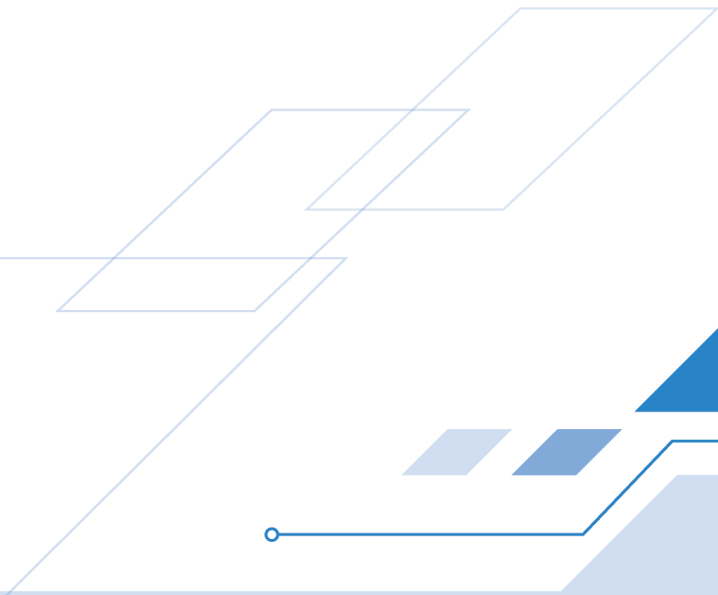
主要完成人员：韩文霆、谢崇宝、黄斌、贺向丽、鲁少华、曹培、牛子杰、陈香维、周敏姑、张宏鸣、许景辉、杨江涛、张智韬、韩宇、宁纪锋等

单位地址：陕西省咸阳市杨凌示范区西农路22号

联系电话：15809238792

电子信箱：hanwt2000@126.com

联系人：曹培



河湖治理



1

黄河流域水沙变化机理与趋势预测

成果名称：黄河流域水沙变化机理与趋势预测

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2016YFC0402400

项目围绕强人类活动影响下的黄河水沙演变规律、水沙变化趋势预测以及流域与河道治理中的基本理论、关键技术及评价和对策开展研究，系统揭示了黄河近百年尺度水沙变化时空演变规律，辨识了黄河流域水沙变化多因素耦合驱动机制及其贡献率，研发了多因子耦合驱动的流域分布式水循环模型以及流域泥沙动力学过程模型，提出了黄河流域水沙变化趋势集合评估技术，明晰了未来 30~50 年黄河水沙变化趋势及其置信度，研提了维持黄河健康的水沙调控阈值与新时期黄河治理策略，构建了黄河气象、水沙和下垫面信息等基础数据仓库及共享平台。

该项目取得创新成果如下：

1. 揭示了黄河流域水沙演变机理及其耦合驱动机制。系统揭示了百年尺度下黄河流域水沙变化时空变异规律；辨识了下垫面变化下流域产流机制响应与多尺度流域洪沙产输规律；首次定量诠释了林草植被、梯田变化对流域产沙作用机制；揭示了淤地坝不同淤积阶段对水沙的阻控机制；明确了影响流域水沙变化的单因素贡献率及其耦合效应，揭示了黄河水沙剧变成因。

2. 研发了流域水沙趋势预测与集合评估 3 项关键技术。构建了多因子影响的流域水循环分布式模型和流域泥沙动力学过程模型；研发了流域水沙变化趋势集合评估技术；基于下垫面变化下极端暴雨多尺度流域暴雨-洪水-洪沙演变特征及其驱动机制辨析，评估了黄河流域未来极端降雨下的可能输沙量；综合多模型预测结果集合评估，确定了未来 30~50 年黄河潼关站年均沙量为 2.45 亿 t。

3. 提出了黄河水沙调控模式与黄河治理对策。从全流域视角构建了维护黄河健康的水沙调控关键阈值体系；提出了新水沙条件下黄土高原水土流失治理格局调整方向；提出了未来 30~50 年黄河治理策略与泥沙配置方案；综合提出了未来黄河防洪减淤与水沙调控模式。

该项成果的理论性、系统性和实践性强，成果在水利部主要业务司局、黄河流域机构及各省水行政主管部门的科技创新、水土流失综合治理和水土保持监测评价中得到广泛应用；同时在黄河流域各级规划设计研究院及水沙调控工程管理部门得到采纳和技术支撑，不仅推动了我国流域水沙科学基础理论和水沙动力学过程模拟技术的发展，并且为黄河流域生态保护和全流域协同治理提供了基本依据。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、黄河水利委员会黄河水利科学研究院、黄河水文水资源科学研究院、黄河水土保持生态环境监测中心、清华大学、西安理工大学、中国科学院水利部水土保持研究所、中国科学院地理科学与资源研究所、中国科学院寒区旱区环境与工程研究所、黄河勘测规划设计有限公司等

主要完成人员：胡春宏、张晓明、刘晓燕、李鹏、周祖昊、傅旭东、赵广举、左仲国、夏润亮、赵阳、安催花、高健翎、杨胜天、冉启华、高亚军等

单位地址：北京市海淀区车公庄西路 20 号 **联系电话：**010-68786258
电子信箱：zxmwq@126.com

联系人：张晓明

成果名称：长江泥沙调控及干流河道演变与治理技术研究

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2016YFC0402300

项目围绕强人类活动影响下的长江水沙变化与河床演变及重塑问题，针对长江泥沙调控与河道治理的需求，运用水文学、河流动力学和运筹学等相关学科的基本理论，采用原型与模型、理论与试验、技术与示范相结合的技术路线开展研究。通过资料分析、示踪溯源和实地调查，研究长江泥沙来源及时空分布变异特征；以理论分析和河流模拟为主要手段研究变化条件下河道演变与水沙输移的互馈机制、控制性水库联合运用后江河湖库水沙输移规律、河道重塑过程及驱动机制、河流系统再造的多重效应，提出泥沙调控的目标需求；运用多学科交叉研究长江泥沙调控的理论及方法，研发江河湖库多尺度、多目标和多过程泥沙联合调控技术，并提出泥沙调控方案；通过多种手段综合研究河道治理技术，提出基于泥沙优化调控的河道治理方案；并对泥沙调控方案、河道治理技术进行示范。

该项目取得创新成果如下：

1. 提出了资料贫乏地区的河流输沙长序列重构技术，构建了典型区域多尺度产流产沙综合模型，提出了泥沙输移多因子驱动贡献率评估体系。
2. 建立了基于河床突变响应过程的山区性河道演变数学模拟方法与基于泥沙补给条件变化分析的临界调控阈值方法，揭示了强人类活动下山区性河道和冲积性河道水沙输移与河道演变的互馈机制，明晰了水沙输移与水库调度的响应关系。
3. 提出了基于防洪、航运及岸滩利用多重需求的泥沙调控指标，建立了江河湖库泥沙调控模型并改进了关键系数的计算方法，提出了集水库调度、河道整治和泥沙资源化利用等于一体的长江泥沙调控技术和面向库区减淤、下游抑冲、洲滩淹露的调控优化方案。
4. 研发了考虑防洪、航运、生态、环保等多目标协调的长江河道治理新技术 5 项，提出了长江上、中、下游典型河段的河道洪中枯统筹治理方案。

项目提出的面向库区减淤、下游抑冲、洲滩淹露的长江泥沙综合调控优化方案，在溪洛渡、向家坝和三峡水库群联合调度运行中得到了示范应用，可减少三峡水库远期淤积量约 6%，并在三峡水库 2018 年汛期沙峰排沙调度、2019 年库尾减淤调度和 2020 年沙峰调度实践中得到了示范应用。项目研发的河道治理新技术已在荆江河段与九江河段等河道（航道）治理工程进行了示范应用，提出的基于泥沙调控的河道综合治理方案在公安至监利河段、马鞍山河段河道治理方案部分已成功实施。成果应用取得显著的经济、社会、生态效益，具有广阔的推广应用前景。

主要完成单位：长江水利委员会长江科学院、长江水利委员会水文局、四川大学、武汉大学、中国水利水电科学研究院、长江勘测规划设计研究有限责任公司、水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、清华大学、中国长江三峡集团公司、长江航道规划设计研究院等

主要完成人员：卢金友、姚仕明、熊明、刘兴年、夏军强、方春明、朱勇辉、胡春燕、夏云峰、李丹勋、许全喜、王海、徐照明、金中武、王敏等

单位地址：湖北省武汉市江岸区黄浦大街 **联系电话：**027-82926172

23 号

电子信箱：lilingyun@mail.crsri.cn

联系人：李凌云

3

洞庭湖与鄱阳湖多目标调控关键技术

成果名称：洞庭湖与鄱阳湖多目标调控关键技术

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2017YFC0405300

项目以突破洞庭湖与鄱阳湖多目标调控的关键科学理论障碍和工程应用支撑技术瓶颈为总目标，揭示了新水沙条件下江湖关系演变规律及趋势，辨析了江湖关系变化对湖区水安全的作用机制及综合效应，阐明了江湖关系-水文情势-综合调控互馈协变关系，建立了两湖水安全的多目标调控方法及平台，研发了应对江湖关系变化的两湖综合治理方案，并进行示范应用。

该项目取得创新成果如下：

1. 基础研究方面：揭示了水沙变化-江湖关系演变-水文情势响应-水安全综合效应全链条的耦合作用机理及其与多目标调控的互馈协变关系，揭示了供水、灌溉、航运、生态调控水文需求的协同关系，提出了可综合满足灌溉、供水、航运、生态等水安全多目标调控需求的两湖水文节律。

2. 技术研发方面：构建了面向江湖关系长历时演变的长江中下游包括两湖区域的整体数学模型，突破了水沙变化条件下江湖关系演变与调控响应建模及其驱动-响应关系数值模拟的技术瓶颈，形成了大型通江湖泊水资源、防洪、水生态环境、航运等多目标调控的综合技术体系。

3. 集成应用方面：建立了两湖水安全评价综合指标体系，评估了长时期江湖关系变化对两湖水安全的影响；构建了集成江湖关系演化分析、水安全协调机制、多目标协同调控的可视化交互场景的多目标适应性调控优化平台；提出了适应江湖关系变化的两湖综合治理方案，可增加两湖生态湿地面积 10%、增加两湖枯季供水能力 10%。

该项目成果已在洞庭湖区和鄱阳湖区防洪减灾、水资源利用、水生态环境保护等方面进行了示范应用，取得了良好效果。项目研发的可视化交互场景平台示范应用于流域机构，在 2019 年、2020 年两湖防洪、补水、生态调度等中发挥了重要支撑作用。在西洞庭湖国家级自然保护区设立野外现场示范点 2 处，进行生态湿地恢复示范，成效显著。治理方案成果在洞庭湖四口水系综合整治工程和鄱阳湖赣抚尾间综合整治工程前期工作中得到应用。

主要完成单位：长江勘测规划设计研究有限责任公司、水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、中国水利水电科学研究院、北京林业大学、长江水利委员会长江科学院、长江水利委员会水文局、水利部中国科学院水工程生态研究所、长江水资源保护科学研究所、湖南省水利水电勘测设计研究总院、江西省水利科学研究院

主要完成人员：胡维忠、施勇、徐照明、雷光春、毛继新、张细兵、刘佳明、要威、吕德、王敏、栾震宇、徐兴亚、朱玲玲、王冬、黎昔春等

单位地址：湖北省武汉市解放大道 1863 号

联系电话：13367274403

联系人：刘佳明

电子信箱：liujmxxx@126.com

4

水库和湖泊淤积控制与功能恢复

成果名称：水库和湖泊淤积控制与功能恢复

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2017YFC0405200

该项目调查全国不同类型区水库和湖泊淤积现状，建立湖库淤积基础数据库，提出有效库容长期保持调控技术与浅水湖泊沼泽化淤积防控综合技术，研发系列装置。通过研究湖库水沙资源联合配置理论，构建库容损失对功能影响的评价方法，提出了我国不同类型区湖库淤积控制与功能恢复措施及策略。

该项目取得创新成果如下：

1. 首次建立了全国典型水库和湖泊淤积数据库，包括七大流域 6702 座水库淤积和五大湖区 77 个湖泊沉积基础数据，摸清了全国及不同类型区水库淤积和湖泊沉积现状。揭示了水库强非恒定水沙异步运动机理和河床冲淤调整的滞后响应规律，原创性地建立了滞后响应模型；提出了湖泊底泥发生奇异扩散机制，阐明了疏浚和船行波等人类活动影响下的湖泊泥沙及污染物扩散运移及沉积机理。提出了新的悬沙扩散方程，建立了湖泊水沙污染物正常扩散和奇异扩散统一数学模型；建立了泥沙淤积对水库和湖泊功能影响评价指标体系和方法，实现了对湖库功能影响及恢复评价从定性向定量的提升。

2. 研发了自吸式管道排沙成套技术与装置，突破了长时间稳定塑造高浓度浑水体和环保清淤的技术瓶颈；研发了 100m 级深水气动式疏浚技术与成套装备，实现了大水深、全级配、无扰动清淤；研发了淤积物快速分离输送、泥浆在线处理和干馏淤泥制生物炭技术与装备，研发了入湖河口泥沙拦截及资源化技术。

3. 剖析了湖库泥沙资源和灾害的二重属性，提出了湖库水沙资源联合配置理论和方法，给出了 2021—2050 年全国湖库水沙资源的配置方案。提出了全国水库淤积控制与功能恢复的分类策略，大型水库以调度运用减淤为主，中型水库采用调度运用与清淤相结合措施，无排沙设施的小型水库以清淤措施为主；提出了湖泊淤积控制与功能恢复的分区策略，分别给出了五大湖泊分区的防治措施。

成果提出的大型水库库容长期保持的水沙联合调控技术及优化调度新模式分别在三门峡水库和三峡水库的水沙联合调度中得到应用；研发的自吸式管道高效排沙技术与装备在新疆小柳沟水库示范应用；研发的 100m 级深水气动式疏浚技术与装置在三峡水库坝前开展了清淤疏浚示范，在小浪底水利枢纽塔前水面及门槽开展了应急清淤疏浚示范，实现淤积物清淤、脱水、干馏并资源化利用；研发的入湖河口泥沙拦截及资源化技术在东太湖沼泽化防控和太湖清淤疏浚技术中得到应用。项目经济效益、社会效益和生态效益显著，推广应用前景良好。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、清华大学、中国科学院地理科学与资源研究所、黄河水利委员会黄河水利科学研究院、中国科学院南京地理与湖泊研究所、水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、河海大学、武汉大学、中国长江三峡集团公司、江阴市水利机械施工工程有限公司

主要完成人员：曹文洪、陈建国、吴保生、陈东、赵连军、吴挺峰、李国斌、刘春晶、胡兴娥、徐伟、张为、邓安军、李一平、吴国英、朱梦圆等

单位地址：北京市海淀区车公庄西路 20 号

联系电话：010-68786578

联系人：刘春晶

电子信箱：liucj@iwhr.com

成果名称：黑龙江复杂河道演变与综合治理

任务来源：国家重点研发计划项目

计划编号：2018YFC0407300

项目围绕黑龙江复杂河道演变与治理需求，在充分开展河道演变规律、洪水演进规律、冰凌-冻融致灾机理等基本理论研究的基础上，研发了河道冲淤演变数学模型、洪水（含凌汛）演进模拟技术、黑龙江全流域分布式水文模型，给出了适用于高寒和界河双重约束条件下的河道治理技术，提出了保障未来 50 年黑龙江黑河江段防洪能力提升至 100 年一遇、松花江哈尔滨江段达到 200 年一遇的综合治理措施。

该项目取得创新成果如下：

1. 首次全面地揭示了黑龙江/松花江干流河道演变规律：分析了水沙特征与动力过程，量化了造床流量、河相关系、河道稳定性等重要河床演变参数，建立了挟沙能力公式，划分了干流河型，揭示了冰凌-冻融对岸滩破坏机理及对床沙暴露度和起动的的影响，建立了水动力与冻胀耦合作用下岸滩崩塌力学模式，填补了黑龙江复杂河道演变研究的空白。

2. 深化了黑龙江/松花江干流洪水（凌汛）演进规律：揭示了黑龙江洪水叠加与演化规律、松花江干流与蓄滞洪区洪水演进规律，揭示了冰凌洪水形成与致灾机理。

3. 研发了河道演变与洪水（冰凌）模拟技术：首次建立了黑龙江/松花江长时段长河段冲淤演变一维数学模型，发展了重点河段冲淤演变二维数学模型；研发了黑龙江复杂河道洪水（冰凌）演进模拟成套技术，包括干流长距离复杂河网一维、二维耦合的水动力学数学模型，封冻期明流、满流与明满流过渡的通用一维水动力学模型，冰坝形成及溃决全过程模拟技术；首次构建了黑龙江全流域分布式水文模型。

4. 提出了适用于高寒与界河双重约束下的河道治理技术，给出了将黑龙江黑河江段防洪能力提升到 100 年一遇、松花江哈尔滨江段防洪能力提升到 200 年一遇的治理措施。

项目成果提出的《关于黑龙江黑河江段中俄防洪工程跨界影响分析及对策建议》咨询报告，被水利部用于国际河流管理中，有力支撑了中俄跨界水磋商及涉水边界事务磋商工作；黑龙江复杂河道治理方案，为黑河、哈尔滨江段治理、蓄滞洪区调度运用提供技术支撑，在哈尔滨防洪规划、界河防护规划中得到应用；河道模拟和治理技术，在黑龙江大网滩河段、嘉荫河段、黑瞎子岛治理、冰坝洪水预报、航道整治和崩岸治理中得到实际应用，为岸滩防护和国土安全提供技术支撑；水位自动监测设备，应用于黑河河段，解决了高寒河流冬季水位无法连续自动监测的难题。项目学术价值与应用价值突出，经济、社会效益显著。

主要完成单位：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、中水东北勘测设计研究有限责任公司、黑龙江省水利水电勘测设计研究院、水利部水利水电规划设计总院、松辽水利委员会流域规划与政策研究中心、四川大学、东北农业大学、黑河市水利勘测设计院

主要完成人员：郭庆超、史红玲、张幸农、范宝山、温州、王志兴、侯杰、陆琴、汪恩良、假冬冬、孙万光、朱颖斌、丁昌春、李明亮、杨克君等

单位地址：北京市海淀区车公庄西路 20 号

联系电话：18611145982

联系人：陆琴

电子信箱：luqin@iwhr.com

6

河流水污染突发事件应急处置集成技术示范

成果名称：河流水污染突发事件应急处置集成技术示范

任务来源：水利技术示范项目

计划编号：SF-201909

该项目在辽河流域水质水量联合调查评价成果的基础上，提取水文、水资源、水环境、水生态、水污染信息、水利工程信息以及经济社会数据资料等数据，将已取得的水专项课题（2009ZX07208-010）研究成果，应用于辽河流域，提出针对辽河流域的水污染突发事件应急处置技术体系，依托水专项与水利技术示范项目取得的成果，形成辽河流域水污染突发事件应急处置预案，可为辽宁省的水污染应急能力建设提供有力的技术支持和决策依据。

该项目主要成果及关键技术如下：

1. 包括5个方面具体技术，分别为：多层次目录式水污染突发事件信息数据库及管理系统；多闸坝河流水污染突发事件预报与调度模拟技术；水污染突发事件应急水力调度决策支持系统；水污染突发事件应急监测支撑技术；基于风险源识别的水污染突发事件应急预案体系。

2. 针对水污染事件水力应急处置非常态水质水量联合调度需求，构建与水相关的基础信息数据库系统，调查评价辽河流域典型风险源，研究不同类型风险源污染特征，形成了太子河流域水污染事件水力应急调度基础信息数据库系统。

3. 基于水动力学模型开发水污染动态仿真模型和水工程调控仿真模型系统，模型考虑河流水污染突发事件应急处置集成技术示范多种水利工程运用调度方式（结合闸坝控制、筑坝拦截、放水稀释等水力疏堵技术），同时涵盖不同特征污染物的环境行为特征，形成了服务于水力应急调控情景效果分析的技术平台。

项目研发决策支持系统1套，编制应急处置预案1部，编写系统操作手册1部，系统内集成了多个水污染突发模拟事件，在辽宁省重要水源地柴河水库签订了合作示范协议，为柴河水库管理局、辽河流域台安县水利局、新民市水利局、铁岭市水利局、盘山县水利局等省内各水利部门安装该系统并进行情景模拟，成效显著。

主要完成单位：辽宁省水利水电科学研究院有限责任公司

主要完成人员：李伟、丁立国、刘玉珍、孟晓路、赵博、任聘、王志坤、孙博、马涛、张琳、唐峰、殷丹、冯金鹏、柴洁、王凯等

单位地址：沈阳市和平区十四纬路1号

联系电话：024-62171228

联系人：孟晓路

电子信箱：47376743@qq.com

黄河流域水沙产输机理与调控关键技术

成果名称：黄河流域水沙产输机理与调控关键技术

任务来源：集成成果

计划编号：

项目针对黄河泥沙问题，历时近 20 年，系统开展了黄河流域水沙产输机理与关键调控技术研究：阐明了流域内主要地貌单元产流产沙的动力学机制，建立了流域水沙动力学模型；研发了黄河中游水库-下游河道耦合的水沙模拟与调控技术，实现了水库调水调沙与下游河道洪水演进的全过程模拟；揭示了洪水中不同受淹对象失稳的动力学机制，构建了黄河下游滩区洪水演进与风险评估的二维综合模型。

该成果主要创新点如下：

1. 阐明了流域内主要地貌单元上不同尺度的产流产沙机制，提出了相应的模拟方法并集成建立了流域水沙动力学模型，研发了沟坡侵蚀监测地貌仪。首次将水沙动力学研究的尺度由河道扩展到整个流域。

2. 提出了基于河段尺度的河床非平衡态演变分析方法，揭示了黄河干流典型河段河床调整与来水来沙条件之间的滞后响应规律，为分析和预测非平衡态河流演变过程提供了理论依据。

3. 创建了黄河中游库区-下游河道耦合的水沙模拟与调控技术，阐明了库区明流段冲刷、异重流演进以及干支流倒回灌之间的相互作用，准确模拟了下游河道复杂断面形态下的高含沙洪水演进过程，实现了水库调水调沙与下游河道洪水演进的全过程模拟，为水库减淤与坝下游防洪兼顾的治理目标提供了技术支撑。

4. 揭示了洪水中不同受淹对象失稳的动力学机制，构建了基于力学过程的滩区洪水演进与风险评估的二维综合模型，开展了下游典型滩区的洪水风险评估与滞洪沉沙效果评价，为下游水沙调控与滩区洪水的精细管理提供了定量指标。

成果已在无定河等流域专项规划、黄河下游东明滩区和长垣滩区洪水风险评估与分区滞洪方案等工程实践中得到应用，并在唐家山、雅鲁藏布江西藏林芝段等堰塞湖应急处置中得到推广，取得了显著的社会、经济效益，推广应用前景广阔。

主要完成单位：武汉大学、清华大学、大连理工大学、华北水利水电大学、中国科学院地理科学与资源研究所、黄河水利委员会黄河水利科学研究院、西安理工大学

主要完成人员：夏军强、李铁键、徐向舟、王增辉、周美蓉、张晓雷、邓珊珊、师长兴、李涛、孙东坡、李志威、侯精明、贺莉、程亦菲、陈晨

单位地址：湖北省武汉市武昌区八一路
299 号

联系电话：027-68772136

电子信箱：zmr@whu.edu.cn

联系人：殷娜

成果名称：基于水沙-典型污染物作用机制的河湖治理技术及应用

任务来源：集成成果

计划编号：

针对河湖有机物污染和总磷污染难以治理问题，以提高水体污染物降解效率为目标，研究了泥沙和典型有机污染物的作用机制、有机污染物的光催化降解机制、天然选铜尾砂改性除磷机制等，研发了泥沙与催化剂相结合的有机物污染降解技术，开发了选铜尾砂改性除磷剂，为水环境污染治理提供了新的技术支撑。

该成果主要创新点如下：

1. 基于自主研发的全封闭循环水槽模拟装置和反向电动进样毛细管电泳法，实现了水沙运动循环模拟和无干扰监测，揭示了有机污染物对泥沙起动和沉降的影响规律，以及泥沙对有机污染物降解的影响机制。

2. 针对水沙光降解效率低的问题，利用石墨烯优良电子传输介质性能，合成了新型纳米 BiFeO_3 -石墨烯可见光-类 Fenton 颗粒催化剂，显著提升了泥沙对污染物的降解效率。

3. 针对传统除磷剂存在二次污染、成本高、效率低等问题，对选铜尾砂采用旋流分级、碱改性、 $\text{La}(\text{OH})_3$ 改性等技术，研发了一种基于选铜尾砂磷吸附性能的高效除磷剂，并实现了废物资源化利用。

成果已在湖库水污染治理、生活污水和工业废水治理中开展了应用，取得了显著的经济效益和环境效益。研究成果在方法、技术、产品方面具有显著的原创性，为水污染治理提供了新技术，推广应用前景广阔。

主要完成单位：长江水利委员会长江科学院、武汉大学、华中科技大学、武汉长建创维环境科技有限公司、武汉长江科创科技发展有限公司

主要完成人员：黄茁、王琳玲、王楠、徐晶、何淑芳、陆谢娟、张艳军、贾宝杰、谢玲娴

单位地址：湖北省武汉市江岸区黄浦大街 23 号

联系电话：027-82829430

电子信箱：lp31580088@163.com

联系人：李鹏

多沙河流水库干支流互灌机制与消减支流无效库容技术

成果名称：多沙河流水库干支流互灌机制与消减支流无效库容技术

任务来源：集成成果

计划编号：

项目从“规律识别-机理揭示-技术集成”三个层面，阐明了水库干支流异重流互灌机制与支流淤积形态对边界条件的响应规律，诠释了支流拦门沙成因与其发育-溃决的动力学过程，提出了有利于减缓支流拦门沙坎淤积抬升和支流库容恢复的综合技术方案。

该成果主要创新点如下：

1. 阐明了水库库区干支流异重流互灌的物理机制，揭示了交汇区水沙演进过程及水库支流淤积形态对边界条件的响应规律。

2. 阐明了库区支流拦门沙变化的关键因素及其作用机制，构建了考虑库区干支流倒回灌机制的水库一维、二维水沙耦合数学模型，精细模拟了不同情境下支流拦门沙形成与溃决的动力学过程。

3. 在关键技术参数论证基础上提出了多沙河流支流库容恢复的多技术方案，综合评价了各技术方案的适用条件和效果，其中的调度技术方案在小浪底应用，显著降低了畛水河口拦门沙高程，恢复了支流的有效库容。

成果直接应用于黄河干流小浪底水库、丹江口水库等汛期水沙调度实践，取得了显著的社会经济与生态环境效益，有力推动了多沙河流水库泥沙处理技术的发展。

成果技术难度大、原始创新突出，实现了重大技术突破，对促进行业技术进步具有显著作用，推广应用前景广阔。

主要完成单位：黄河水利委员会黄河水利科学研究院、黄河水利水电集团开发有限公司

主要完成人员：郜国明、蒋思奇、王远见、窦身堂、张俊华、李珍、马怀宝、王婷、李涛、蔡勤学、李昆鹏、闫振峰、任智慧、李新杰、张翎

单位地址：河南省郑州市金水区顺河路 45 号

联系电话：13783714727

电子信箱：selene047@163.com

联系人：张翎

成果名称：城市河湖砂性底泥一体化处置及分级资源化利用研究与应用

任务来源：集成成果

计划编号：

成果针对城市河湖砂性底泥清淤处置面临的难题，成果完成单位系统研究了清淤、输送、处理、堆存、资源化利用等相关技术，提出一套适用于城市河湖砂性底泥清淤处置及资源化利用的关键技术。

该成果主要创新点如下：

1. 开发了城市河湖砂性底泥清淤泥浆的一体化处置及分级资源化利用技术，实现了砂料资源再生回收、余水达标排放及泥饼综合利用。
2. 研发了适用于城市河湖砂性底泥清淤的长距离输送技术，解决了砂性底泥堵管频繁、施工效率低、对周边环境影响大等难题。
3. 构建了底泥处理厂绿色建筑运行模式，促进了与周边生态及人居环境和谐融合。

成果内容丰富，技术先进，实用性强，已成功应用于杭州亚运场馆及北支江综合整治工程，为区域水环境改善、两岸景观提升、亚运赛事保障提供了技术支撑，社会和生态环境效益显著。

主要完成单位：中国电建集团华东勘测设计研究院、浙江华东工程建设管理有限公司、浙江科技学院

主要完成人员：邓渊、任金明、羊樟发、张磊、邱亚锋、吴彬、王永明、李莹、陈逸帆、周永红、刘万鹏、柴彦君、王小明、陈晓宇、陈强

单位地址：浙江省杭州市余杭区高教路 201 号 **联系电话：**0571-56628820
电子信箱：zhang_l4@ecidi.com

联系人：张磊

成果名称：河道淤泥充填管状土袋施工技术

任务来源：集成成果

计划编号：

该项目针对当前河道清淤工程淤泥资源化利用填充管袋的施工需求，开展了淤泥充填管袋的施工特性研究，对土工织物吊袋进行了试验，经施工现场对不同尺寸管袋充填过程进行单元管袋脱水试验，提出了最优管袋充管灌方法，选用生物酶固化剂对淤泥进行固化，以达到固化土的强度。

该成果主要创新点如下：

1. 选用了适合淤泥性质的管袋，增强了过滤、排水的作用，提高了整体施工效率。
2. 提出了不同袋体尺寸及边充边排、先充后排两种脱水方式，有效提高了淤泥充填过程的脱水固结效率。
3. 采用添加生物酶固化剂的方法，能有效提高土体抗压强度。

该成果已在汕头市潮南区南山截流扩宽工程 EPC 总承包、汕头市潮南区峡山电排站扩建工程 EPC 总承包中得到应用，施工工艺与方法有明显创新，社会效益和经济效益较显著，与国内同类技术相比，处于先进水平。

主要完成单位：广东大禹水利建设有限公司

主要完成人员：蔡海川、赵雪君、姚少英、谢泳娜、黄铭彬、陈文佳、黄光晓、郑纯洁、余丹丹

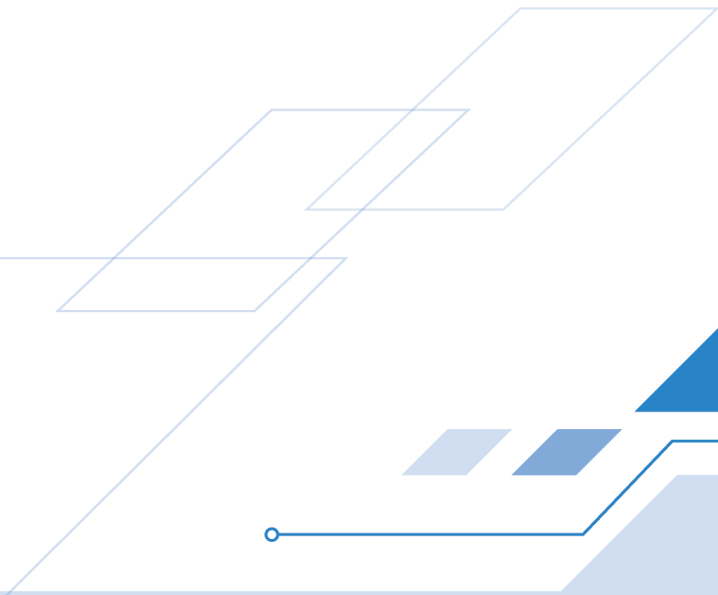
单位地址：汕头市龙湖区黄山路荣兴大厦

联系电话：13538842929

1602 室

电子信箱：858672738@qq.com

联系人：陈泽标



水土保持



1

崩岗侵蚀发育机理与风险防控关键技术

成果名称：崩岗侵蚀发育机理与风险防控关键技术

任务来源：水利部公益性行业科研专项经费项目

计划编号：201501047

针对崩岗侵蚀监测手段、发生过程与机理和防控技术难以满足新时期生态文明建设的需求，集成研发了工作效率高、精度高的测算系统，从岩土力学角度揭示了崩岗侵蚀发育机理，深化了崩岗侵蚀产沙过程的认识，构建了崩岗侵蚀风险评估的指标体系及方法，提出了不同风险类型崩岗侵蚀防控策略与模式，为崩岗监测及防治工作提供了技术支撑。

该成果主要创新点如下：

1. 提出了崩岗侵蚀快速测算方法，并基于获取的长序列高精度崩岗形态特征数据，定量计算了典型小流域崩岗初期和中期阶段的侵蚀速率及泥沙贡献率。
2. 研发了岩土崩解仪、土体胀缩变形测试设备、崩岗面积与速率计算软件等新设备、模型及系列软件，构建了崩岗侵蚀的岩土试验系统，从岩土力学角度揭示了崩岗侵蚀发育机理。
3. 构建了崩岗侵蚀风险评估指标体系及方法，叠加并归一化生态风险与经济损失风险，阐明了崩岗侵蚀风险分级空间分布特征，提出了不同风险类型崩岗侵蚀防控策略与模式。

崩岗快速测算及风险防控技术已在江西省、广东省和湖北省进行了示范推广应用，取得了显著的生态、经济和社会效益。项目取得的原创性成果填补了崩岗侵蚀快速测定和风险评估的空白，授权发明专利 8 项，崩岗侵蚀防控模式技术成熟度高，具有广阔的推广应用前景。

主要完成单位：长江水利委员会长江科学院、中国科学院武汉岩土力学研究所

主要完成人员：刘洪鹤、张先伟、程冬兵、丁文峰、沈盛或、钱峰、赵元凌、张文杰、江民、谢浩、赵健、邓灵敏、邱佩、刘新宇、王港等

单位地址：湖北省武汉市江岸区黄浦大街 23 号

联系电话：027-82829430

电子信箱：lp31580088@163.com

联系人：李鹏

成果名称：三峡库区坡耕地水土流失调控与水资源高效利用技术集成与示范

任务来源：水利技术示范项目

计划编号：SF-201905

项目以重庆市巫溪县古路镇羊桥河流域作为技术示范点，将抗蚀增肥技术、新型截排水沟、径流梯级网络化调控体系等技术进行有机结合，统一布局，形成坡耕地水土流失调控与水资源高效利用新模式，降雨径流利用率提高 12% 以上，坡面水土流失量减少 75%，并对基层相关技术人员进行培训，完成示范推广 2hm²，编写了《重庆坡耕地水土流失调控与水资源高效利用技术指南》。

该成果的关键技术如下：

1. 技术核心为坡面径流梯级网络化调控技术体系。提出了一种半透水型截排水沟技术、基于细沟侵蚀临界坡长的截排水沟布局技术和坡面梯级网络化调控体系。该体系的核心是以“大横坡、小顺坡”为骨架，在坡面上保留顺坡垄沟，以细沟发育临界顺坡坡长为间隔沿等高线横向设置截水沟，其下沿配套田间道路一方面起到集水面收集径流的作用；另一方面起到稳定截水沟的作用。

2. 通过半透水型截水沟可起到拦截上坡径流泥沙及其携带养分的作用，截水沟两端接沉沙池和过滤带，泥沙经沉淀过滤后径流流入蓄水池，蓄水池蓄满后通过设置纵向排水沟向下坡蓄水池逐级排导，最后排入附近溪沟前采取面源污染净化处理措施，保障下游水质安全，实现水土流失与面源污染兼顾治理的双重目标。

3. 该成果能提高坡面径流调控率 12%~15%，新型截排水沟修建实施以后，对应 5 年、10 年、20 年一遇降雨，降雨径流调控效率可分别增加 90%~53.9%、0~41.6% 和 0~36.4%。以细沟发育临界坡长为间隔布设半透水型截水沟，沿沟下缘配套田间道路，并配套排水沟、沉沙池、蓄水池等措施，形成坡面径流梯级网络化调控体系，可使流域蓄水量增加，延缓和减轻旱情，明显减少土壤侵蚀。

4. 新建截水沟改造技术直接修建在坡耕地（斜面）上，而传统梯田则将坡面削成或填土成平面。截水沟与传统梯田相比，无疑增加了当地的耕种面积。

重庆市巫溪县古路镇示范区通过开展坡面径流调控技术措施配置，显著提高了降雨径流蓄集和利用效果。通过该项目的实施，有效推广了坡耕地改造配套措施技术，减少了坡面水土流失量，变有害径流为有效灌溉水，达到了保持水土、调节径流、减少泥沙等功效，保障了农业生态安全。

主要完成单位：长江水利委员会长江科学院

主要完成人员：丁文峰、任洪玉、石劲松、喻志强、杜俊、任亮、范仲杰、钱峰、孙宝洋、梁止水、吴小兵、杨政、唐思福、冉伟

单位地址：湖北省武汉市黄浦大街 23 号

联系电话：027-82929732

联系人：喻志强

电子信箱：yuzqyuzq@mail.crsri.cn

3

黄土高原小流域水土保持与水土资源高效利用技术示范

成果名称：黄土高原小流域水土保持与水土资源高效利用技术示范

任务来源：水利技术示范项目

计划编号：SF-201901

项目主要包括高原沟壑区“三道防线”治理及水土资源高效利用技术示范、沟道坝系安全风险预警及新技术示范、黄土丘陵区小流域生态清洁技术集成与示范三个专题。通过项目的实施，建设高原沟壑区“三道防线”治理及水土资源高效利用技术示范“样板间”、沟道坝系安全风险预警及新技术示范“样板间”、黄土丘陵区小流域生态清洁技术集成与示范“样板间”。

该成果的关键技术如下：

1. 通过高原沟壑区“三道防线”治理及水土资源高效利用技术示范项目的实施，运用西峰站经过多年小流域综合治理技术研究提出的“三道防线”治理模式，在选定的技术示范项目区内，新建、修复和提升水土保持工程措施和林草措施，使塬、坡、沟“三道防线”治理措施体系得到进一步完善。

2. 通过王茂沟坝系防洪风险预警系统的建立，可快速预测溃决洪水灾害对下游的影响，从而可以快速寻求防洪减灾的安全措施；通过柔性溢洪道的示范研究，预估可减少黄土高原淤地坝溢洪道建设投资约 $1/3 \sim 1/2$ ；通过 PCCP 管新材料的示范，解决了常规涵管渗漏和不能排泄有压流的难题，提高了安全性能，方便了运行管理。

3. 通过在桥子东沟已有小流域综合治理技术基础上实施经济林果园地提质改造、裸露陡坎及沟谷坡的水土保持和水肥一体化高效利用技术示范实体的生态清洁小流域完善建设，把水土流失治理融入小流域“山顶林草植被生态修复、山腰村庄果园生态治理、沟道水源水质生态保护”三道防线调控管理的生态清洁小流域技术集成与示范。

示范项目对位配置山、水、田、林、路、村水土保持技术，水土流失治理度达 85% 以上，土壤侵蚀强度 $1000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以下，林草覆盖率达到宜林宜草面积的 90% 以上，果园面积占农业用地总面积的 65% 以上，地面径流、生活污水和农林有机废弃物实现资源化利用达 80% 以上，埂坎植物防护率达 80% 以上，农田灌溉节水达 50% 以上，土壤有机质提高 70% 以上，相对集中排放点污水达标排放，小流域出口水质明显改善，促进了当地小流域水土保持向高质量发展。该成果技术可广泛应用于黄土高原沟壑区生态工程建设和固沟保塬综合治理工程。

主要完成单位：黄河水利委员会黄河上中游管理局

主要完成人员：张来章、赵光耀、贾泽祥、高景晖、宋锦霞、脱忠平、金剑、罗全华、王向晖、王存荣、邱子恒、李焱林、李建文、王晓、郭玉梅等

单位地址：陕西省西安市凤城三路 200 号

联系电话：029-82118267

联系人：宋锦霞

电子信箱：kjwsc@163.com

4

西藏高寒地区水土保持无人机综合监测技术

成果名称：西藏高寒地区水土保持无人机综合监测技术

任务来源：水利技术示范项目

计划编号：SF-201902

项目将西藏高寒地区水土保持无人机综合监测技术系统应用于西藏拉洛水利枢纽及配套灌区工程水土流失与治理重点区域，主要为区域水土保持和生态文明建设情势进行遥感监测和技术分析。

该成果的关键技术如下：

1. 针对西藏地区高寒高海拔地域特点，开发设计了一套适用于多旋翼飞行器平台的温控系统和防护装置，该系统装置具有电池仓保温效果好、占用空间小、载重轻便、自动实时调控温度等优点，并且还可以根据季节需要自由拆卸装配，使无人机电池仓“冬暖夏凉”，实现无人机电池仓使用性能最优化，明显提升了无人机的续航能力和稳定性。

2. 基于多旋翼飞行器平台，搭载环境温度控制系统和防护装置，以及专为低气压环境优化设计的高螺距比（ P/D ）桨叶，集成了能够适应高寒高海拔地域特点的无人机遥感监测系统，并对无人机平台与软件系统的集成响应进行了测试和优化，完成了高寒地区水土保持无人机综合监测技术集成与系统化，为顺利开展西藏高寒地区水土保持无人机综合监测技术示范应用提供了坚实保障。

3. 西藏高寒地区水土保持无人机监测系统充分运用地理信息技术和遥感影像识别技术，实现了不同下垫面土地扰动快速自动识别分析和计算，有效提升了开展防治责任范围动态监测和水土流失防治动态监测的能力和效率；监测系统充分运用三维重构技术，实现了生产建设项目堆渣土方场体积的快速计算分析，有效提升了开展弃土弃渣动态监测和突发性重大水土流失事件监测的应急能力和时效性。

项目运用水土保持无人机监测系统对示范工程区域4处重点监测部位进行了现场技术示范应用，明显提高了大型工程水土保持现场监测效率，实现了快速获取重点区域土地扰动、渣场堆渣量等重要监测指标功能。结果表明该系统监测效率高，结果与实测资料符合较好，具有良好的符合性和可靠性，可以满足西藏高寒高海拔地区生产建设项目水土保持监测的要求。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院

主要完成人员：胡海华、陆琴、邓安军、吉祖稳、史红玲、鲁文、王斌、朱毕生、王党伟、董占地、郭传胜、刘飞、杨军、旺加、丹增等

单位地址：北京市海淀区车公庄西路20号

联系电话：010-68781072

联系人：吕烨

电子信箱：lvy@iwahr.com

成果名称：黄土丘陵沟壑区淤地坝控制区地空激光扫描测量技术应用示范

任务来源：水利技术示范项目

计划编号：SF-201914

项目利用“扫描鹰 Total Survey TS-600 无人机激光扫描测图系统”和“RIEGL VZ-2000i 长距离三维激光扫描仪”两项高精度扫描测量技术，将空中扫描测量和地面扫描测量相结合，获取示范点淤地坝坝控流域点云数据和高精度影像数据，可快速掌握黄土丘陵沟壑区淤地坝控制区地形地貌、土地利用类型、水土保持措施等实时数据，监测坝体微观变形、沟岸坍塌以及沟道泥沙淤积的动态变化，为黄土高原淤地坝控制区水土流失监测及淤地坝运行监测、监管以及除险加固提供技术支持。

该项目主要成果及关键技术如下：

1. 选取渭源张家新庄骨干坝和庄浪史渠沟 1 号骨干坝坝体及坝控流域作为该项目地面三维激光扫描技术和无人机激光雷达技术应用示范点，扫描淤地坝坝体、沟道及坝控流域，扫描面积超过 8.8km^2 ，得到地面坝体、沟道及坝控流域点云数据，经数据融合处理，生成坝控流域 DOM 和 DEM 数据。依据坝控流域 DEM、DOM 数据，进行地貌形态分析，将示范区进行了坡向、坡度、高程等级划分；对坝控流域土地利用类型、水土保持措施类型及土壤侵蚀分区进行分类，其中，张家新庄坝控流域内实施的水土保持措施有坡面林地、坡面草地、沟道林草地、梯田，治理面积占流域总面积的 70.61%。史渠沟坝控流域实施的水土保持措施有梯田、疏林地、经济林、沟道林草地等，治理面积达 77.66%。

2. 建立 Voxel（体积像素）平面对比图，在不同阈值偏差显示下，张家新庄骨干坝，沟道淤积厚度 0.5m 左右集中在沟头部位，0.3m 左右集中在沟道中间部位，0.15m 左右集中在沟道后部至坝体前端部位；史渠沟 1 号骨干坝沟道区由于植被影响，提取的有效平面较少，无法明显看出沟道淤积泥沙变化情况；史渠沟 1 号骨干坝沟岸也基本处于稳定状态，只在坝体东侧沟岸有 3 处较大滑坡，滑坡量分别约为 4.7m^3 、 8.6m^3 、 2.4m^3 。

3. 建立示范点坝体三角网模型与 Voxel 模型，结果显示坝体处于稳定状态，地基无移动迹象。

该项目实施过程中，根据设备的扫描技术特点和扫描流程，为后续技术的顺利推广实施编制完成了《黄土丘陵沟壑区淤地坝控制区地空激光扫描测量技术操作手册》和《黄土丘陵沟壑区淤地坝控制区地空激光扫描测量技术宣传手册》，为三维激光扫描技术和无人机激光雷达技术推广应用于水土流失监测提供技术支撑和参考借鉴。

主要完成单位：甘肃省水土保持科学研究所

主要完成人员：马涛、董彦丽、孙浩峰、吕文强、高钰婷、蔡海珍、李晶

单位地址：甘肃省兰州市城关区东岗东路
1371 号

联系电话：0931-8750935

电子信箱：623110891@qq.com

联系人：孙浩峰

6

黄土高原植被梯田变化对流域产沙的驱动机制与效应

成果名称：黄土高原植被梯田变化对流域产沙的驱动机制与效应

任务来源：集成成果

计划编号：

围绕黄河沙量大幅减少问题，项目组通过大范围遥感影像解译和大量实地调查，分析了黄土高原植被和梯田变化过程及趋势、林草植被和梯田变化对流域产沙的影响规律，构建了可用于流域产沙评价的遥感水文模型，分析了 20 世纪 70 年代以来黄河沙量减少的原因和植被梯田减沙贡献，预测了未来 50 年黄河沙量变化趋势。

该成果主要创新点如下：

1. 提出了科学反映黄土高原产沙环境状况的林草植被、梯田和降雨数据采集和处理方法，形成了长时间序列的产沙驱动力因子数据集，揭示了黄土高原产沙环境演变过程与趋势。
2. 揭示了流域梯田覆盖率变化对产沙的影响规律及驱动机制，发现了可基本遏制流域产沙的梯田覆盖率阈值，以及水毁风险小、拦沙效益高的梯田覆盖率阈值。
3. 提出了产沙指数和林草有效覆盖率概念及方法，在流域尺度上定量诠释了林草植被有效覆盖率变化对流域产沙的影响规律，发现了可基本遏制流域产沙的林草有效覆盖率阈值。
4. 创建了遥感水文统计模型，进行了植被梯田耦合情况下流域产沙情势定量评价，改进了适于下垫面总减沙量计算的水文法，创新了黄土高原下垫面诸要素减沙贡献的计算方法。
5. 确定了可导致流域产沙的雨量和雨强阈值，诠释了林草梯田覆盖程度变化对流域临界产沙降雨条件的影响规律，揭示了植被变化对洪水含沙量的影响，探明了黄土丘陵沟壑区可诱发高含沙洪水的雨强阈值。

成果已应用于重大治黄工程规划论证、水土保持规划和监督管理中，所提出的未来沙量预测成果，对重大治黄工程论证和水安全保障规划的制定提供了重要参考。

主要完成单位：黄河水利委员会黄河水利科学研究院、黄河上中游管理局、北京师范大学、黄河水文水资源研究院

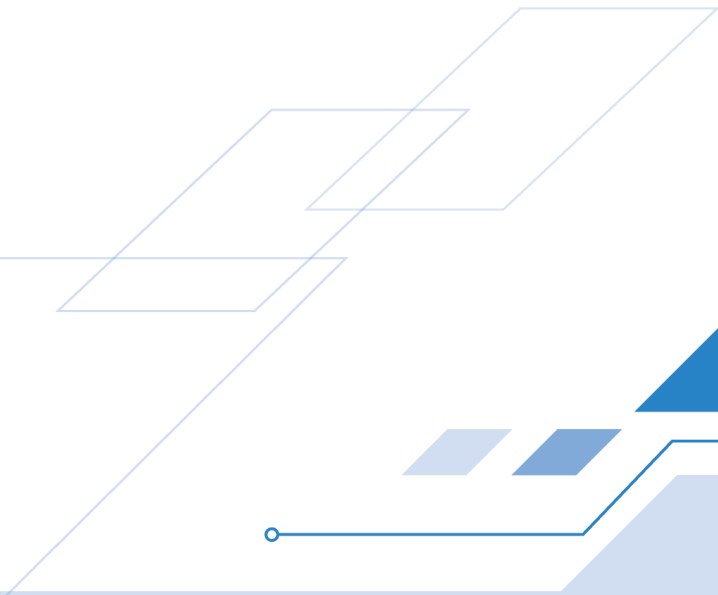
主要完成人员：刘晓燕、高云飞、夏润亮、党素珍、杨胜天、李小平、李晓宇、孙一、董国涛、王富贵、罗娅、丰青、李晶晶、李焯、田勇等

单位地址：河南省郑州市顺河路 45 号

联系电话：0371-66020427

联系人：孙一

电子信箱：Sunyi031@163.com



水利信息化

水利信息化



1

基于物联网的智能灌溉施肥控制方法及系统推广示范

成果名称：基于物联网的智能灌溉施肥控制方法及系统推广示范

任务来源：水利技术示范项目

计划编号：SF-201913

项目开发了贵州现代山地特色高效农业水肥精准智能管控云平台，实现了作物的智能精准灌溉、精量施肥及管控可视化，重点解决了农业水肥利用效率低、山地条件下压差导致灌溉施肥不均匀、过量施肥造成的环境污染等问题。项目在贵州省以设计、技术咨询或参与实施等方式进行了推广示范，为贵州现代山地特色高效农业发展提供了重要的技术支撑。

该项目主要成果及关键技术如下：

1. 在灌溉试验开展方面，修文灌溉试验中心站（全国节水教育基地）开展特色作物灌溉试验 51.3 亩，其中：蔬菜灌区 21.3 亩（其中喷灌 16.7 亩，滴灌 4.6 亩），常规灌溉 30 亩，并采用自动化灌溉配套设施。通过贵州省灌溉试验中心站现场试验，实现节水 41.3%，节肥 31.2%，节约劳动力 1023 工日/百亩。

2. 在装备应用方面，工程化应用 5 套水肥一体化施肥机，施肥机控制精度：EC 值：-0.01；pH 值：-0.08。设计的施肥机采用“后进前出”安装模式。在流量上，达到了对水源及单元素液体肥料的有效混合及输出效果。在运行效果上，通过控制施肥机的启闭实现水肥一体化灌溉或纯净水源灌溉的功能，弥补了目前市场上施肥机“前进后出”安装模式下单一水肥一体化灌溉的不足，充分利用了设施资源。

3. 在技术开发方面，结合贵州省主要作物灌溉制度，开发了高效精准灌溉智能化管理信息系统，包含实用性较强的集采集、传输、控制、监控、决策等技术为一体的信息管理系统 3 套，实现了按照作物类型及生育期水肥需求的智能灌溉和精细化管理。

项目成果分别在思南县塘头镇山区现代水利项目及乌中灌区（思南灌片）水利信息化项目、修文县谷堡乡农业水价综合改革项目、乌当区羊昌镇农业园区节水灌溉智能控制示范项目、息烽县小寨坝镇红岩村山区现代水利及九庄镇农业水价综合改革项目开展示范应用，建立了示范点 3 个，累计培训人数 320 人，完成示范面积 2.19 万亩，为贵州省农业高效农业园区提供了可推广、可复制的高效节水灌溉技术模式。

主要完成单位：贵州省水利科学研究院

主要完成人员：张和喜、王永涛、董延军、黄维、梁俐、雷薇、周琴慧、毛玉娇、谭娟、周雨露、张友贤、汝向文、李兴拼、王凌河

单位地址：贵州省贵阳市南明区西湖巷 29 号 **联系电话：**0851-85932585
电子信箱：

联系人：王永涛

2

城镇长距离供水工程多目标智能感控系统示范

成果名称：城镇长距离供水工程多目标智能感控系统示范

任务来源：水利技术示范项目

计划编号：SF-201910

项目对光纤光栅传感器技术进行研究，开发出性能优良的光纤光栅测缝计、光纤光栅钢筋计传感器。同时结合协同理论、多尺度分析和数据融合、数据同化理论和方法，针对长隧洞时效特征进行安全评价研究。在此基础上提出长隧洞安全监控成套理论方法和相关仪器设备，并在深圳市大鹏半岛水源工程、珠江三角洲水资源配置工程中进行示范推广。

该成果的关键技术如下：

1. 针对现有 FBG 传感器在隧洞安全监测应用中存在的部分问题，研发了一种小型化弹出式光纤光栅测缝计，实现了结构小巧、安装方便、适应错台位移等优点。

2. 针对现有 FBG 钢筋计存在的双端出缆不易安装、无法进行偏心受力修正、无法进行温度补偿修正等问题，研发了单端双出缆的多光栅 FBG 钢筋计，实现了仪器安装存活率高、可修正偏心受力、可修正温度影响等优点。

3. 长隧洞工程在施工和运行期间具有明显的时效特征，基于此特性对其进行点-面融合的多尺度监测设备布设研究，并基于协同理论研究了无线传感组网，解决了长隧洞健康监测中迫切需要的传感器可靠性和低功耗问题。

4. 采用数据融合理论扩大了各监测数据的应用范围，利用各类数据的局限性与互补性，修补了监测数据的缺陷，提高了分析精度、应用效果和实用价值。结合数据同化算法不断融合时空上离散分布的监测数据，从而实现了自动优化，提高了模型预测能力。

项目采用现场检查、现场检测以及取样分析等多元数据从宏微观多尺度对深圳市大鹏半岛水源工程进行分析评价，成果较好地指导了工程运行管理和维修养护，应用效果显著。将光纤光栅技术在珠江三角洲水资源配置工程中进行示范应用，内部监测仪器完好，监测数据可靠，具有较好的推广应用价值。

主要完成单位：广东省水利水电科学研究院

主要完成人员：袁明道、史永胜、周柏兵、方卫华、储华平、张旭辉、夏甜、陈晓文、刘敏、杨文滨、周克明、徐云乾、梅星、潘展钊、陈允平等

单位地址：广州市天河区天寿路 116 号广 联系电话：020-38036632

东水利大厦 B 座

电子信箱：sancytan@13.com

联系人：谭彩

3

大藤峡水利枢纽工程建设智慧监管系统开发与应用

成果名称：大藤峡水利枢纽工程建设智慧监管系统开发与应用

任务来源：集成成果

计划编号：

项目从大中型水利枢纽工程建设管理的业务需求出发，以智慧工程建设管理为目标，结合大藤峡水利枢纽工程建设和管理实际，采用水下机器人、无人机、GNSS、通信与物联网等先进技术，构建了集空、地、水一体化全面感知的监测系统。将获取到的 360 度全景图、航摄视频、正射影像、三维实景模型、水下高清视频和影像、数字地形图等多种感知监测信息数据进行融合集成和综合利用，建立了支撑大藤峡水利枢纽工程智慧建设和管理的大数据分析和应用平台，构建了“1 个服务、1 个中心、6 个系统”，为工程设计、水土保持、施工进度安全与质量管理、工程形象展示、水下建筑物安全监测及智慧大藤峡建设管理提供了支撑。

该成果主要创新点如下：

1. 提出了超短基线声学定位系统（USBL）及水下机器人和无人机低空航摄融合技术，构建了陆面和水下统一定位体系，研发了集空、地、水一体化全面感知的智慧监测系统，实现了大型水利工程建设过程的智能巡检。

2. 研发了基于无人机高分影像的三维点云实景模型土石方核算系统，制定了生产建设项目水土保持管理的技术规程，支撑了从施工、监理、监督、监测、验收等重要流程全方位的科学管理。

3. 构建了集空、地、水一体化多方位感知的大藤峡建管数据中心，实现了海量数据的自动分析和数据挖掘，工程建设和管理中异常点的自动提取、定位、标注及提醒，支撑了施工现场的智慧监管。

研究成果在大藤峡水利枢纽工程建设管理中得到广泛应用，并在广西钦州王岗山水库、四川官帽舟水电站工程、海南省南渡江引水工程中得到应用，社会、经济效益良好，在智慧工程建设和管理方面具有广泛的推广应用前景。

主要完成单位：中水珠江规划勘测设计有限公司、广西大藤峡水利枢纽开发有限责任公司、广州中科云图智能科技有限公司

主要完成人员：朱长富、孙祥鹏、赵薛强、王小刚、潘屹峰、孙雨、谢济安、刘闯、文定梦、吴海金、黄鹏嘉、邓理思、张瑶、孙文、刘庚元

单位地址：广东省广州市天河区沾益直街 19 号珠江设计大厦 **联系电话：**020-87117460
电子信箱：63662382@qq.com

联系人：杨秋佳

4

珠江口海域实时水位解算方法研究

成果名称：珠江口海域实时水位解算方法研究

任务来源：集成成果

计划编号：

通过构建珠江口及邻近海域 $1' \times 1'$ 的精密潮汐模型，基于中长期验潮站和卫星测高数据，对长周期分潮和余水位改正进行插值处理，提出大范围海域实时水位的解算方法，自主研制了多站水位改正软件，为沿海海域高精度水位推算提供技术保障。

该成果主要创新点如下：

1. 提出了四站及以上多站曲面水位改正模型，优化了多站水位解算和潮汐模型与余水位推算方法，提高了水深测量水位改正的精度。
2. 提出了珠江口大范围海域水深测量从技术方法到工程应用的解决方案，改变了传统的测量方法，提高了效率。
3. 发明了适用于远距离跨海水准测量的觐板结构和一种海洋测绘用线缆固定装置，用于水位解算成果的精度验证，确保了水位解算方法的可靠性。

成果在珠江口海域地形测量等项目中得到成功应用，经济、社会效益显著。

主要完成单位：中水珠江规划勘测设计有限公司、山东科技大学

主要完成人员：王小刚、赵薛强、许军、陈明清、沈清华、何宝根、朱长富、王建成、凌峻、高德恒、陈森新、陈远盛、韦荣艺、黄杏、刘庚元

单位地址：广东省广州市天河区沾益直街 联系电话：020-87117460

19号珠江设计大厦 电子信箱：63662382@qq.com

联系人：杨秋佳

5

投入式超声波流量监测系统研发及应用

成果名称：投入式超声波流量监测系统研发及应用

任务来源：集成成果

计划编号：

成果针对管网监测有限空间作业安全性、传感器运维成本高等问题，在信息采集与传输方面，利用计算机和电子通信技术实现对各种水位、流速等参数进行实时连续监测、存储、计算及处理，并通过各种信道传输至信息平台，进行了综合研究和工程应用示范。

主要成果及创新点如下：

1. 投入式超声波流量监测系统实现了非固定传感器监测流速流量，创新了监测方法。
2. 通过两两呈设定角度的超声波流速传感探头准确测量水体的流速矢量，可自适应流速方向，测量精度不受流体方向影响。
3. 通过改变传感器在水体中的悬浮姿态，在城市管网与自然水系的流速流量监测中传感器不受水体中异物影响，可精确测量流速/流量。
4. 传感器不需固定安装，运维中省去拆卸和安装步骤，减少了维护工作量，显著降低维护周期。

该系统在城市管网及水文站点得到成功应用，取得了显著的社会、经济、生态效益，有广阔的推广应用前景。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、武汉新烽光电股份有限公司、中国科学院重庆绿色智能技术研究院

主要完成人员：李海英、武治国、张永生、周久、黄昱、陈银、卢佳、王鲁海、刘晓志、任家盈、汤冬云、徐泽宇

单位地址：北京市海淀区复兴路甲1号

联系人：卢佳

联系电话：010-68781664

电子信箱：hyli78@163.com

6

面向小型水库安全运行的“水库管家”新方法、新技术及其应用

成果名称：面向小型水库安全运行的“水库管家”新方法、新技术及其应用

任务来源：集成成果

计划编号：

成果针对小型水库安全运行的管理难题，创新了小型水库“水库管家”管理模式，研发了雨情监测、大坝安全监测等技术，提出了适合小型水库的入库洪水预报预警方法，运用互联网和大数据等技术研发了“水库管家”智慧云平台和智能移动 APP。

该成果主要创新点如下：

1. 创建了基于“互联网+”的小型水库“水库管家”科技创新和综合服务模式，为小型水库集约化管理和远程专业技术支持创造了条件。
2. 研发了基于参数时空尺度转移函数和降水偏差校正方法的小型水库入库洪水预报技术、分布式水文巡测智能测控系统、集多种方法于一体的小型水库安全隐患探测技术等，为集约化、远程化、科学化、标准化管理小型水库提供了技术支撑。
3. 研发了多源信息融合技术和多功能管理的“水库管家”智慧云平台和智能移动 APP，为小型水库日常管理和洪水防御工作提供了重要基础。

小型水库“水库管家”现代化管理模式成功解决了小型水库点多面广、管养维护难、安全隐患多、专业技术人员和经费不足等问题，可有效提升小型水库的管理水平和效率，显著提升防御洪水和应急预警能力，经济和社会效益显著，具有很好的推广应用前景。

主要完成单位：武汉大学、长江水利委员会水文局、长江水利委员会长江科学院、北京太比雅科技股份有限公司、广东省水利水电科学研究院、福建省水利管理中心、河北省水文勘测研究中心、青海省水利工程运行服务中心、沈阳市水务局、云南润晶工程技术（集团）股份有限公司

主要完成人员：陈华、刘炳义、王俊、杨胜梅、陈杰、香天元、何亮、尹家波、荣新武、徐爱萍、袁明道、叶继军、王兵兵、葛晓武、霍列东

单位地址：武汉武昌八一路 299 号工学部 8 教 8315 **联系电话：**027-68776749 **电子邮箱：**Chua@whu.edu.cn

联系人：陈定

7

基于关系-非关系-空间数据库-磁光电存储的数字水文平台 关键技术与实现

成果名称：基于关系-非关系-空间数据库-磁光电存储的数字水文平台关键技术与实现

任务来源：集成成果

计划编号：

数字水文平台是以水文结构化和非结构化数据为基础，通过以统一地图服务为依托开展水文业务应用，集成关系型数据库、非关系型数据库和空间数据库以及磁光电（磁盘、光盘、固态硬盘）混合存储的方式实现水文结构化数据、非结构化数据和空间数据的统一存储管理、检索分析、信息发布。

该成果主要创新点如下：

1. 发明了将非关系型数据库建立在磁盘和光盘上存储多种类型、多种格式的结构化和非结构化数据的技术，实现了对磁盘和光盘上水文数据库进行全文检索。

2. 发明了基于磁盘和光盘的由关系型数据库和非关系型数据库构建的异构数据库存储技术，实现了磁盘和光盘水文结构化和非结构化数据的存储及关联非结构化数据检索。

3. 发明了基于磁盘和光盘的数据库分布式存储系统技术，将数据库管理系统部署在服务器上，磁盘和光盘存储装置与服务器建立了数据连接，使磁盘和光盘上的数据库成为逻辑完整的数据源。

4. 发明了基于关系型数据库、非关系型数据库和空间数据库与磁光电混合存储的数字水文平台，实现了水文数据存储管理、检索分析、信息发布联动，及数据、数据库、存储介质、自然语言处理的有机融合。

降水自记纸记录数字化提取技术已在山东省临沂、威海、日照等地水文部门得到应用，成果技术还推广到南京、北京、山东等技术企业和单位，成果实用性强，经济、社会和生态环境效益明显，具有良好的推广应用价值。

主要完成单位：山东省水文中心（原山东省水文局）、山东国基光晔信息科技有限公司

主要完成人员：余国倩、陶光毅、封得华、赵天宇、刘春阳、贾守东、刘冰、郭增、王娟

单位地址：山东省济南市市中区舜世路1号 **联系电话：**0531-67619730

联系人：余国倩 **电子信箱：**873512507@qq.com

成果名称：多参数高精度智能化水文仪器检定平台研发及应用

任务来源：集成成果

计划编号：

项目组立足行业需求，针对低流速高精度技术、ADCP 检测技术、水位高精度技术、自动智能化控制技术等关键技术问题，利用光学、图像处理、伺服控制、三维建模、机器学习等技术，研发了集微小变量采集、控制和定位为一体的检定装置、气液混合型微纳米气泡发生与自动散布装置及高精度水位计检定等技术，形成了多参数高精度智能化水文仪器检定平台，为水文仪器的质量检测提供了有力的技术支撑，并依托该平台取得了国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定证书。

该成果主要创新点如下：

1. 发明了集微小变量控制、运动和定位为一体的多伺服电机联动系统，实现了蠕动流和高速水流测量仪器的检定，流速检测范围达到了 $0.001 \sim 10.0 \text{ m/s}$ 量级，大幅度拓展了检测量程，分辨力量级由百分量级提升至千分量级。

2. 发明的气液混合型微纳米气泡自动散布装置，突破了传统粒子均匀性、跟随性差不能满足不同频率 ADCP 检测的局面，创建了声学多普勒剖面流速仪室内检测方法。

3. 研发了水面线快速识别算法和水位仪检测自动识别装置，突破了传统人工钢钢尺水位仪检定方法精度差、效率低的难题，将水位仪量程检定分辨力由毫米级提高到 0.1 毫米级。

4. 研发了集测量控制、图像监控、远程测量和三维仿真于一体的实时分布式检定平台，实现了流速、水位、降水量监测仪器检定控制标准化、自动化和智能化，解决了人工检测主观性强、检测环境可控性差、检测结果复现性低等难题。

多参数高精度智能化水文仪器检定平台已为全国 20 多个省市水文系统、流域机构，以及国家航天、环保、电力、海洋、国防等有关部门、科研院所和高等院校等的仪器提供 10 余万次检定检测服务，应用前景广阔。

主要完成单位：山东省水文局、山东省水文仪器研制中心、河海大学智能感知技术创新研究院、北京尚水信息技术股份有限公司

主要完成人员：王松、高伟、贾守东、姜松燕、刘继军、余国倩、窦英伟、郑源、卮冲、庄秀华、孔涛、张文韬、尚宏、宗瑞英、张玉等

单位地址：山东省济南市市中区舜世路
1 号

联系电话：0536-8219439

电子信箱：1005795088@qq.com

联系人：高伟

成果名称：水利工程勘测设计三维协同技术

任务来源：集成成果

计划编号：

针对水利水电工程勘测设计，基于 CATIA/ENOVIA VPM 软件平台，系统开展了水利水电工程勘测设计三维协同技术研究，编制发布了水利水电工程勘测设计三维协同技术相关的管理程序文件、标准规范，将水利水电工程三维设计从单机应用提升到了基于网络环境的多专业协同工作，大幅提高了工程设计效率和成果质量。

该成果主要创新点如下：

1. 集成创新了基于统一平台、同一数据、同一模型的水利水电工程三维协同设计方法，自主研发了三维配筋软件。以三维设计协同平台为基础，集成三维地质软件、大型分析计算软件、三维配筋软件、三维渲染软件等，标准化三维设计流程，较好地解决了水利水电工程勘测设计涉及的地质、水工、机电、施工等多专业在同一平台三维协同作业和统一数据接口的问题。

2. 提出了水利水电工程三维设计自上而下工作包分解、多层次数据组织和多专业协同的建模方案，以“工程布置线框”关联协调工程整体与局部的关系、以“发布与引用”方法关联协调专业之间的关系，通过封装设计流程和专业知识的组件库，解决了快速搭建水利水电工程全参数化三维模型的难题。

3. 研发了水利水电工程三维设计参数级协同和管控技术，实现了统一协同工作环境下基于特征级的多专业间资料与成果互提、水利水电工程多专业三维协同设计过程中“设、校、审”质量控制，以及水利水电工程三维设计、分析计算、出图协同工作一体化技术流程。

成果已在乌东德水电站、武汉市海口泵站、南水北调中线、黄金峡水利枢纽、滇中引水、洪湖蓄洪工程腰口隔堤等 20 余项大中型水利水电工程中得到成功应用，取得了显著的经济与社会效益，在推进行业技术进步方面取得了显著的成效，推广应用前景广阔。

主要完成单位：长江勘测规划设计研究有限责任公司

主要完成人员：李学安、黄少华、李小帅、陈文峰、高洪远、王进丰、王宁、李南辉、张乐、郭靖、谌东海、闫飞、尹振强、黄艳芳、陈嵘

单位地址：湖北省武汉市江岸区解放大道 1863 号
联系电话：18502776299
电子邮箱：

联系人：黄少华

成果名称：水利水电工程三维地质勘察系统

任务来源：集成成果

计划编号：

水利水电工程面对崇山峻岭和广袤复杂的地形地貌和地质构造，相应的勘察及技术工作费时费力，难以获取全面的地质信息，该研究充分利用了现代信息技术，结合地质勘察生产的作业流程，完成了勘察数据采集、数据传输与集成、数据挖掘与分析、三维建模与出图、模型拓展应用的数字化。该研究项目技术路线合理，研究方法先进，成果创新性突出。

该成果主要创新点如下：

1. 系统的研发与应用，实现了基于三维实景场景的地质测绘，总结提炼出“数字化地质测绘技术”，推动了工程地质测绘技术发展，并被纳入行业标准《水利水电工程地质测绘规程》（SL/T 299—2020）。其中，关于倾斜摄影地质扫描图的高精度校正具有原创意义。

2. 构建了多源异构的地质数据管理体系，创建了可拓展的地质字典，通过制定分类和编码规则，建立了地质数据传输、存储、管理、分析与挖掘的标准化工作流程。相应的研究成果可为建立工程地质领域三维数字化工作的标准化体系提供参考。

3. 提出了基于数据驱动的三维地质建模方法，采用优化的网格曲面生成算法、数模联动、三维联动等技术，实现了地质信息模型（GIM）的快速构建。采用优化的克里金算法提高覆盖层测绘精度的技术富有特色，可以在工程地质勘察工作中推广。

研究成果被中水珠江规划勘测设计有限公司、河北省水利水电勘测设计研究院、中水淮河规划设计研究有限公司、中国水电基础局有限公司、新疆伊犁河流域开发建设管理局、水利部海河水利委员会引滦工程管理局等业主、设计与施工多方单位所采用，并成功应用于凤山水库工程、ABH工程、KLST工程、西藏PZ水库等多项大中型水利水电工程中，取得了显著的生态、经济和社会效益。

成果实现了三维数字化地质勘察，在理论研究、技术研究、示范应用等方面创新程度高，研究难度大，应用效果好，推广前景较好，大幅提升了工程勘察设计服务水平，推动了整个行业与信息化技术深度融合，促进了工程勘察设计行业的数字化转型。

主要完成单位：中水北方勘测设计研究有限责任公司

主要完成人员：陈亚鹏、赵文超、高玉生、高义军、王国岗、朱维娜、刘文波、王春晓、刘栋臣、吴彤、王进城、杨光、胡宁、李松磊、陈建辉

单位地址：天津市河西区洞庭路60号

联系电话：18512286138

联系人：杨光

电子信箱：yang_g2@bidr.com.cn

成果名称：基础设施工程数字孪生平台及全生命周期应用

任务来源：集成成果

计划编号：

成果针对传统基建行业缺少在全生命周期中对数据流通和管理等问题，通过专业建模、数据融合、协同管理等方面的关键技术研究，在地质模型自动创建与动态更新、拓扑分区城市地质建模、墙体模型智能开孔、管道智能化分段建模、倾斜摄影模型重构、电气三维照明设计、工程全要素动态展示、电子文件全生命周期管理、编码多要素管理融合、盾构管片优选排版、三维模型抽图等方面取得了一系列创新成果，研制了具有自主知识产权的覆盖设计、建设、运维全过程的数字孪生平台。

该成果主要创新点如下：

1. 提出了智能建模、数据融合、轻量化发布、协同管理等成套技术，解决了模型整合失真、模型更新困难、成果难共享、城市级模型加载效率低等一系列技术难题，形成了从勘察、设计到施工、运维全过程的基础设施数字化技术体系。

2. 提出了“一个工程数据中心+三个业务平台+N个支撑系统”的整体架构，构建了基于BIM+GIS+IOT融合技术的基础设施工程数字孪生平台，涵盖工程设计、施工、运维等全阶段、全过程，解决了基础设施工程全生命周期数据流通、数据损失和管理等问题。

3. 编制了《水电工程三维地质建模技术规程》《轨道交通工程BIM模型成果技术标准》等行业、地方技术标准及管理标准和应用指南，形成了成熟的基础设施工程全生命周期数字化整体解决方案，实现了跨行业、跨阶段、跨业务、跨企业、跨专业的应用。

成果成功应用于白鹤滩水电站、雄安新区、前海数字城市、海南迈湾水利枢纽等百余项基础设施工程实践，极大地提高了工程设计、建设、运维的质量和效率，社会、经济效益显著，具有广阔的推广应用前景。

主要完成单位：中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司、浙江华东工程数字技术有限公司

主要完成人员：蒋海峰、张业星、王国光、陈沉、魏志云、斯铁冬、陈佑、张帅、唐松强、商黑旦、李小州、王开乐、石芳芳、张家尹、张文东

单位地址：浙江省杭州市余杭区高教路 201号 **联系电话：**0571-56628245

电子信箱：wang_ml@hdec.com

联系人：王美玲

12 水下地形河势分析及预警系统

成果名称：水下地形河势分析及预警系统

任务来源：计划外项目

计划编号：

为解决水下地形河势分析工作中长期存在的数据管理标准不统一，历史资料无法整编应用，河势分析流程复杂，结果无法精准化、可视化等问题，进行了“水下地形河势分析及预警系统”的研发，实现了数据标准化处理、河势精准分析、智能预警及可视仿真，为全面提升河势分析全过程信息化应用水平提供了有效途径。

该成果主要创新点如下：

1. 建立了河势分析基础数据管理与共享的技术体系，研发了数据处理技术，形成了相关的数据库建设规范。

2. 建立了基于坡比、冲淤、工程等多因素综合分析的崩岸风险评价模型，研发了崩岸险情预警系统，实现了基于可视化的预警应用。

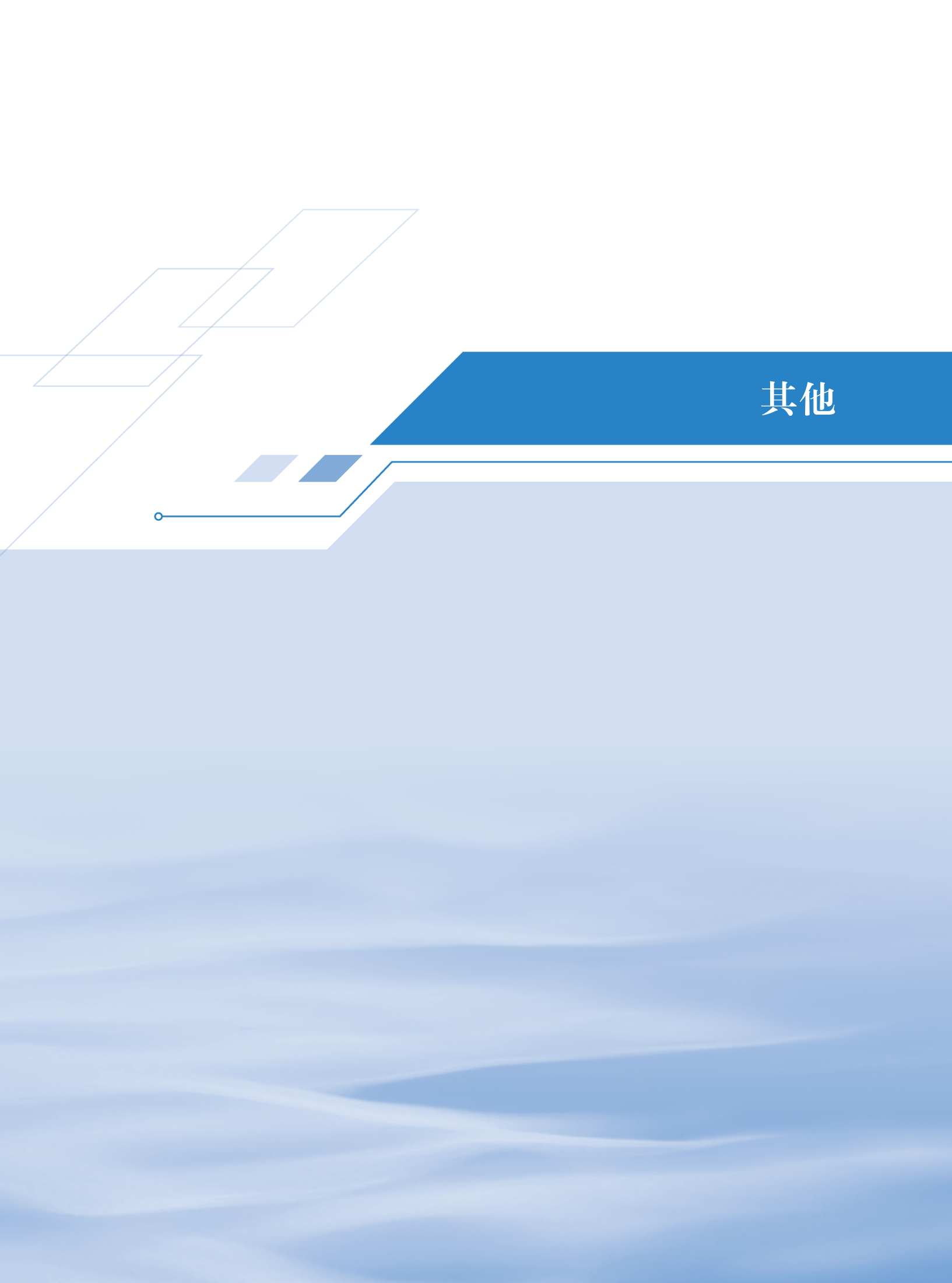
3. 水下地形河势分析及预警系统应用范围广，适用于水下地形监测数据成果管理、防汛河道、水库水下地形变化监测与预警分析，结合 BIM 应用技术亦可应用于护岸工程、河道清淤工程质量检核等工作。

该系统已在长江南京段、镇江段的河势分析、险情预警预测等方面实际应用。应用结果表明该系统在长江生态保护、岸线治理、防汛预警等方面经济、社会效益显著，具有很好的推广应用前景。

主要完成单位：南京市水利规划设计院股份有限公司、南京市长江河道管理处
主要完成人员：徐朝辉、臧英平、张子龙、沃玉报、朱春光、仲琳、王义坤、黄天增、王波、程扬

单位地址：江苏省南京市秦淮区红花村路 136 号
联系电话：15805158686
电子邮箱：842467049@qq.com

联系人：徐朝辉



其他

1

水利技术标准绩效评估研究

成果名称：水利技术标准绩效评估研究

任务来源：水利部其他计划项目

计划编号：

为进一步提高水利技术标准的科学性、有效性、适用性和管理水平，项目从水利技术标准发展历程、重要地位入手，从不同维度开展了国内外标准对比分析，评估了水利技术标准总体水平；研究得出水利技术标准作用机理，构建了水利技术标准评估指标体系；运用了多学科理论，采用层次分析、模糊综合评价、投入-产出、C-D 生产函数等方法，建立了不同的评估模型，对水利技术标准进行全面系统评估，并通过实例验证评估模型测算结果的相符性，得出标准总体水平和绩效评估成果，对新阶段水利技术标准高质量发展提出了建议。

该成果主要创新点如下：

1. 分析了水利技术标准对国民经济和社会发展的作用机理，测算出水利技术标准对 GDP 的贡献率。
2. 构建了水利技术标准绩效评价指标体系与评价模型，提出了水利技术标准的全生命周期和作用及效益类型。
3. 创新水利技术标准绩效评估“点-线-面”耦合方法，对水利技术标准多方位、全链条、全过程进行评估。
4. 开发了涉水标准成果共享查询平台，为水利技术标准管理现代化提供了支撑。

项目针对不同的评价目标和评价目的，从宏观层面构建了水利标准化水平评价指标体系（3 个层面、9 大要素、32 项指标），从微观层面构建了水利标准绩效评价指标体系（3 个层面、11 大要素、132 个指标），体现了水利标准的全生命周期和作用类型。项目提出的评估体系和评估方法具有较高的科学理论价值和学术水平，并具广泛的实用性，成果已被标准化主管部门、有关主编和应用单位用于标准实施监督、立项决策及制修订、技术复审等工作，对水利标准管理现代化发挥了重要作用。项目成果在水利行业尚属首次，对水利标准化工作具有重要支撑作用，应用前景广阔。

主要完成单位：中国水利水电科学研究院、中国水利学会、中国标准化研究院

主要完成人员：于爱华、齐莹、李建国、韩冰、吴华赞、刘彧、武秀侠、盛春花、霍炜洁、余根坚、宋小艳、王耀鲁

单位地址：北京市海淀区复兴路甲 1 号

联系电话：010-68786235

联系人：于爱华

电子信箱：yuah@iwhr.com

2

甘肃省水安全保障规划

成果名称：甘肃省水安全保障规划

任务来源：地方财政预算项目

计划编号：HT-GJDY201905

规划立足于甘肃省基本省情和水情，围绕解决甘肃省水安全保障突出问题，实现了多项技术方法的突破，取得了多项创新性成果。

该成果主要创新点如下：

1. 依托长系列、全领域、全覆盖的基础数据和资料，采用系统分析、数据挖掘等技术，首次揭示了省级区域水安全时空状态演变规律及影响因素，系统剖析了甘肃省水安全保障存在的深层次问题和内在原因。

2. 创建了“水资源安全、供水安全、水生态安全、防洪安全”四位一体的流域和区域的水安全综合评价体系，并首次取得了甘肃省分流域、分区域水安全度定量评价成果。

3. 综合分析了甘肃省不同流域区域的发展保护需求和水资源特点，构建了“西控、南保、东调、中优”水安全保障的总体格局。

4. 分区分类提出了甘肃省不同流域区域水资源高效利用、供水安全保障、水生态安全保障、防洪安全保障、现代水治理的关键技术体系，确定了调控模式、调控准则、目标阈值及控制性指标。

5. 研究布局了协同梯次配合的安全清洁饮用水、农业高效节水、供水能力提升、水生态修复与保护、防洪减灾能力提升、监管能力提升6项重大工程与行动方案，形成了甘肃省水安全保障重大工程、重大行动、重大政策成果库、路线图。

规划主要成果已在《甘肃省国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》《甘肃省“十四五”水利发展规划》《黄河流域生态保护与高质量发展水安全保障规划》等重大规划中得到采纳，成为指导甘肃省水安全保障工作的重要依据，经济、社会和生态环境效益显著，并可为全国其他省区开展相关工作提供借鉴，具有重要的应用价值和推广前景。

主要完成单位：水利部水利水电规划设计总院、甘肃省水利水电勘测设计研究院有限责任公司

主要完成人员：李原园、郇建强、李云玲、马明、熊伟、赵钟楠、林德才、何君、李长春、马睿、唐颖丰、唐景云、张发斌、吴京、张越等

单位地址：北京市西城区六铺炕北小街2-

1号

联系电话：18811370775

电子信箱：marui0924@163.com

联系人：马睿

3 河湖公园创建关键技术及其应用

成果名称：河湖公园创建关键技术及其应用

任务来源：集成成果

计划编号：

该项目围绕国家生态文明建设和长江经济带发展战略大格局，依托四川省生态文明体制改革专项领导小组办公室专项项目、国家自然科学基金项目、美国富布莱特项目等，在水资源、河湖治理、淡水保护地等领域进行了探索，在全国率先提出了河湖公园理念，开展了创建模式与评价方法的研究，编制了评价规范与发展规划，同时在 9 个单位进行了试点。

该成果主要创新点如下：

1. 创新提出了河湖公园的概念，开展了相关理论研究，构建了河湖公园创建模式。
2. 创建了河湖公园的评价方法，提出了河湖公园评价标准，编制了四川省河湖公园评价规范，突出了生态环境保护要素和河湖长制贯彻落实的要点。
3. 创立了流域和区域尺度的河湖公园遴选方法和发展体系，研究了河湖公园的发展目标、战略和布局，编制了四川省河湖公园发展规划，开展了试点。

成果已在四川省邛海-安宁河谷、青竹江等 9 个河湖公园得到应用，取得了良好的社会和环境效益，为河湖公园推广和应用提供了重要支撑。

主要完成单位：云南大学、四川省农田水利局、水利部发展研究中心、昆明理工大学

主要完成人员：李鹏、董军、王冠军、赵敏、冉从恒、戴向前、王斌、李周顺、王炯、刘啸、王铭明、周飞、马俊、沈梦婷、李晨阳

单位地址：云南省昆明市五华区翠湖北路 **联系电话：**0871-65033828

2 号

电子信箱：leap@ynu.edu.cn

联系人：李鹏



主办：水利部国际合作与科技司

承办：水利部科技推广中心

电话：010-63205486

地址：北京市海淀区玉渊潭南路3号C座

邮编：100038

网址：<http://gjkj.mwr.gov.cn/>